

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-045232

(43)Date of publication of application : 17.02.2005

---

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G03F 7/20

---

(21)Application number : 2004-200318 (71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 07.07.2004 (72)Inventor : NAGASAKA HIROYUKI

---

(30)Priority

Priority number : 2003272616 Priority date : 09.07.2003 Priority country : JP

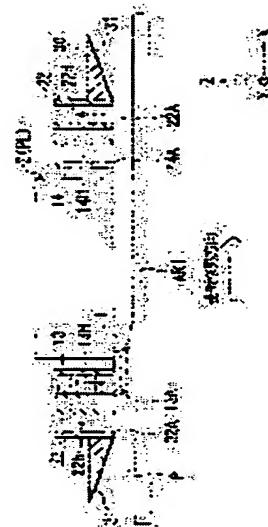
---

### (54) EXPOSURE DEVICE, EXPOSURE METHOD, AND METHOD FOR MANUFACTURING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an exposure device which can quickly form a liquid immersion area between a projection optical system and a substrate while suppressing air bubbles or the like.

SOLUTION: The exposure device projects and exposes the image of a pattern on the substrate P via a liquid 1 in the liquid immersion area, which is formed on the substrate P, and the projection optical system PL. The exposure device has supply ports 13A, 14A, which are for supplying the liquid 1, on both sides of a projection area AR1 to which the image of the pattern is projected. The exposure device is provided with a liquid supply mechanism capable of simultaneously supplying the liquid from the supply ports 13A, 14A on both sides. The supply of the liquid 1 by the liquid supply mechanism is started only from the one supply port 13A of the supply ports 13A, 14A on both sides. The liquid can be supplied while moving an object arranged oppositely to the projection optical system, for example, the substrate. The space of the light path on the image face side of the projection optical system can be quickly filled with the liquid while suppressing the occurrence of the air bubbles or the like.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is the aligner which projects the image of a pattern on a substrate through a liquid, and exposes said substrate. :

Projection optics which projects the image of said pattern on a substrate;

It has a feed hopper for supplying a liquid to the both sides of the projection field where the image of a pattern is projected by said projection optics, respectively, and has the liquid feeder style which supplies a liquid from those feed hoppers.;

It is the aligner with which a liquid feeder style supplies a liquid only from one side of the feed hoppers of said both sides when a liquid feeder style starts supply of a liquid.

[Claim 2]

Each of two or more shot fields on said substrate is exposed moving said substrate to a predetermined scanning direction,

Said feed hopper is an aligner according to claim 1 characterized by being arranged about said scanning direction at the both sides of said projection field.

[Claim 3]

Supply of the liquid by said liquid feeder style is an aligner according to claim 2 characterized by being started moving said substrate almost in parallel with said scanning direction.

[Claim 4]

Supply of the liquid by said liquid feeder style is an aligner according to claim 1 characterized by being started moving said substrate.

[Claim 5]

An aligner given in any 1 term of claims 1-4 characterized by starting supply of a liquid from the feed hopper of both sides after starting supply of a liquid from the feed hopper by the side of one.

[Claim 6]

The aligner according to claim 5 characterized by starting exposure of said substrate after starting supply of a liquid from the feed hopper of said both sides.

[Claim 7]

An aligner given in any 1 term of claims 1-6 in which one [ said ] feed hopper of said liquid feeder style is back located in the migration direction of a substrate rather than the feed hopper of another side.

[Claim 8]

Furthermore, an aligner given in any 1 term of claims 1-7 equipped with the control unit which controls a liquid feeder style to supply a liquid only from one side of the feed hoppers of the both sides of a liquid feeder style.

[Claim 9]

Furthermore, it is an aligner given in any 1 term of claims 1-8 by which it has the substrate stage where holds a substrate and it moves, and said control device controls migration of a substrate stage.

[Claim 10]

The aligner according to claim 1 with which said liquid feeder style can supply a liquid to coincidence from the feed hopper of said both sides.

[Claim 11]

It is the exposure approach which projects the image of a pattern on a substrate through a liquid, and exposes said substrate. :

Supply initiation of the liquid is carried out from one projection field side to the projection field to which a pattern image is projected before exposure actuation.;

During exposure actuation, a liquid is supplied from the projection field [ both ] side.;

The exposure approach including projecting the image of a pattern on a substrate through the supplied liquid, and exposing a substrate.

[Claim 12]

The exposure approach including moving said substrate to a predetermined scanning direction at the time of said exposure according to claim 11.

[Claim 13]

The exposure approach according to claim 11 or 12 which includes moving a substrate in the direction parallel to said scanning direction when carrying out supply initiation of the liquid from said one projection field side.

[Claim 14]

The exposure approach of claim 11-13 including supplying the liquid of an amount which is different from projection field [ both ] side during exposure actuation given in any 1 term.

[Claim 15]

It is the aligner which projects the image of a pattern on a substrate through a liquid, and exposes said substrate. :

Projection optics which projects the image of said pattern on a substrate;

Liquid feeder style which has a feed hopper for supplying a liquid;

It has substrate migration equipment which moves said substrate.;

Supply of the liquid by the liquid feeder style is an aligner started while moving a substrate with substrate migration equipment.

[Claim 16]

The aligner according to claim 15 characterized by starting supply of said liquid, moving said substrate almost in parallel with the straight line which connects the projection field where the image of said pattern is projected, and said feed hopper.

## [Claim 17]

Each of two or more shot fields on said substrate is exposed moving said substrate to a predetermined scanning direction, The straight line which connects said projection field and said feed hopper is an aligner according to claim 16 characterized by being almost parallel to said scanning direction.

## [Claim 18]

Said feed hopper is an aligner given in any 1 term of claims 15-17 characterized by being arranged at the both sides of the projection field where the image of said pattern is projected, and starting supply from the feed hopper of the both sides to coincidence mostly.

## [Claim 19]

The aligner according to claim 18 characterized by starting supply in an amount which is different from the feed hopper of said both sides.

## [Claim 20]

It is an aligner given in any 1 term of claims 15-19 characterized by what it opts for according to the migration direction of said substrate in case each of two or more shot fields on said substrate is exposed moving said substrate to a predetermined scanning direction and the migration direction of said substrate when starting supply of said liquid exposes the 1st exposed shot field of said two or more shot fields.

## [Claim 21]

The migration direction of said substrate when starting supply of said liquid is an aligner [ contrary to the scanning direction in exposure of the shot field to which a liquid is supplied ] according to claim 20.

## [Claim 22]

It is the aligner according to claim 21 which supplies a liquid from the feed hopper back located in the migration direction of a substrate when a liquid feeder style starts supply of a liquid.

## [Claim 23]

Said feed hopper is an aligner given in any 1 term of claims 15-22 by which it is arranged at the both sides of the projection field where the image of said pattern is projected, and supply of a liquid is started only from one feed hopper of the feed hoppers of the both sides.

## [Claim 24]

Furthermore, an aligner given in any 1 term of claims 15-23 equipped with the control unit which controls a liquid feeder style so that supply of the liquid by the liquid feeder style is started moving a substrate with substrate migration equipment.

## [Claim 25]

It is the aligner according to claim 24 with which said substrate migration equipment holds a substrate, and is a movable substrate stage, and said control device controls migration of a substrate stage.

## [Claim 26]

It is the exposure approach which projects the image of a pattern on a substrate through a liquid, and exposes said substrate. : Liquid supply is started to the projection field to which a pattern image is projected while moving said substrate before exposure actuation.;

The exposure approach containing exposing [ project the image of a pattern on a substrate through the supplied liquid, and ]-substrate;.

## [Claim 27]

The straight line which moves said substrate to a predetermined scanning direction at the time of exposure of said substrate, and connects said projection field and the location to which said liquid is supplied is the exposure approach [ almost parallel to said scanning direction ] according to claim 26.

## [Claim 28]

The exposure approach according to claim 26 or 27 by which supply of a liquid is started from the both sides of said projection field before said exposure actuation.

## [Claim 29]

The exposure approach according to claim 26 or 27 by which supply of a liquid is started from said one projection field side before said exposure actuation.

## [Claim 30]

The migration direction of said substrate when each of two or more shot fields on said substrate being exposed moving said substrate to a predetermined scanning direction, and starting supply of said liquid is the exposure approach given in any 1 term of claims 26-29 determined according to the migration direction of said substrate when exposing the 1st exposed shot field of said two or more shot fields.

## [Claim 31]

It is the aligner which projects the image of a pattern on a substrate through a liquid, and exposes said substrate. :

Projection optics which projects the image of said pattern on a substrate;

It has a feed hopper for supplying a liquid to the both sides of the projection field where the image of a pattern is projected by said projection optics, respectively, and has the liquid feeder style which supplies a liquid from those feed hoppers.;

It is the aligner which supplies the liquid of an amount with which liquid feeder styles differ from the feed hopper of said both sides when a liquid feeder style starts supply of a liquid.

## [Claim 32]

Each of two or more shot fields on said substrate is exposed moving said substrate to a predetermined scanning direction, Said feed hopper is an aligner according to claim 31 characterized by being arranged about said scanning direction at the both sides of said projection field.

## [Claim 33]

Supply of the liquid by said liquid feeder style is an aligner according to claim 31 or 32 characterized by being started moving said substrate.

## [Claim 34]

Furthermore, an aligner given in any 1 term of claims 31-33 equipped with the control unit which controls a liquid feeder style to supply the liquid of an amount which is different from the feed hopper of the both sides of a liquid feeder style.

## [Claim 35]

Furthermore, it is an aligner given in any 1 term of claims 31-34 by which it has the substrate stage where holds a substrate and it moves, and said control device controls migration of a radical stage.

## [Claim 36]

It is the exposure approach which projects the image of a pattern on a substrate through a liquid, and exposes said substrate. :  
Supply initiation of the liquid of an amount which is different from the both sides of the projection field where the image of a pattern is projected before exposure actuation is carried out.;  
The exposure approach including projecting the image of a pattern on a substrate through the supplied liquid, and exposing a substrate.

[Claim 37]

At the time of said exposure, said substrate is moved to a predetermined scanning direction,

The exposure approach including the thing which carry out supply initiation of the liquid of an amount which is different from the both sides of said projection field about said scanning direction and to do according to claim 36.

[Claim 38]

The exposure approach according to claim 36 or 37 which includes moving a substrate in the predetermined direction when carrying out supply initiation of the liquid.

[Claim 39]

It is the aligner which projects the image of a pattern on a substrate through a liquid, and exposes said substrate,

Projection optics which projects the image of said pattern on a substrate;

It has the liquid feeder style which has a feed hopper for supplying a liquid, respectively, and supplies a liquid to the projection field 1st and 2nd side where the image of a pattern is projected by projection optics from those feed hoppers.;

It is the aligner with which a liquid feeder style supplies a liquid only from the feed hopper of said 1st side when a liquid feeder style starts supply of a liquid.

[Claim 40]

The aligner of claim 39 which starts the liquid supply from said 2nd side after starting the liquid supply from said 1st side.

[Claim 41]

Said 1st and 2nd side is an aligner containing the both sides of a projection field according to claim 39 or 40.

[Claim 42]

It is the aligner which projects the image of a pattern on a substrate through a liquid, and exposes said substrate,

Projection optics which projects the image of said pattern on a substrate;

It has the liquid feeder style which has a feed hopper for supplying a liquid, respectively, and supplies a liquid to the projection field 1st and 2nd side where the image of a pattern is projected by projection optics from those feed hoppers.;

It is the aligner which supplies the liquid of an amount with which liquid feeder styles differ from the feed hopper and the 2nd feed hopper of the 1st side when a liquid feeder style starts supply of a liquid.

[Claim 43]

Said 1st and 2nd side is an aligner containing the both sides of a projection field according to claim 42.

[Claim 44]

Claims 1-10, 15-25, 31-35, and the device manufacture approach characterized by using the aligner of a publication for any 1 term of 39-43.

[Claim 45]

It is the exposure approach which projects the image of a pattern according to projection optics on a substrate through a liquid, and exposes said substrate. :

Supply of a liquid is started to the projection field to which a pattern image is projected while moving the body arranged at the image surface side of said projection optics before exposure actuation.;

The exposure approach containing exposing [ project the image of a pattern on a substrate through the liquid between said projection optics and said substrates, and ]-substrate.;

[Claim 46]

Said body is the exposure approach containing said substrate according to claim 45.

[Claim 47]

Supply of said liquid is the exposure approach according to claim 45 or 46 which is started only by one side of the inside 1st and 2nd by the side of said projection field, and supplies a liquid after that from both 1st and 2nd by the side of said projection field.

[Claim 48]

Supply of said liquid is the exposure approach according to claim 45 or 46 started from both 1st and 2nd by the side of said projection field.

[Claim 49]

It is the exposure approach according to claim 48 by which the liquid of an amount which is different from both 1st and 2nd by the side of said projection field is supplied when starting supply of said liquid.

[Claim 50]

Said the projection field 1st and 2nd side is the exposure approach of claim 47-49 containing the both sides of said projection field given in any 1 term.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

This invention relates to the device manufacture approach at the aligner which exposes a pattern to a substrate where an immersion field is formed between projection optics and a substrate, the exposure approach, and a list.

[Background of the Invention]

[0002]

A semiconductor device and a liquid crystal display device are manufactured by the technique of the so-called photolithography which imprints the pattern formed on the mask on a photosensitive substrate. The aligner used at this photolithography process has the mask stage which supports a mask, and the substrate stage which supports a substrate, and it imprints the pattern of a mask to a substrate through projection optics, moving serially on a mask stage and a substrate stage. Since it corresponds to much more high integration of a device pattern in recent years, the further high resolution-ization of projection optics is desired. The resolution of projection optics becomes so high that the numerical aperture of projection optics is so large that the exposure wavelength to be used is short. Therefore, exposure wavelength used with an aligner is short-wavelength-ized every year, and the numerical aperture of projection optics is also increasing. And although the exposure wavelength of the current mainstream is 248nm of KrF excimer laser, no less than 193nm of the ArF excimer laser of short wavelength is being put further in practical use. Moreover, in case it exposes, the depth of focus (DOF) as well as resolution becomes important. Resolution R and the depth of focus delta are expressed with the following formulas, respectively.

[0003]

$R = k_1 \text{ and } \lambda / NA \text{ -- (1)}$

$\Delta = k_2 \text{ and } \lambda / NA^2 \text{ -- (2)}$

Here, the numerical aperture of projection optics, and  $k_1$  and  $k_2$  is [  $\lambda$  of exposure wavelength and NA ] process multipliers. (1) In order to raise resolution R, when exposure wavelength  $\lambda$  is shortened and numerical aperture NA is enlarged from a formula and (2) types, it turns out that the depth of focus delta becomes narrow.

[0004]

When the depth of focus delta becomes narrow too much, it becomes difficult to make a substrate front face agree to the image surface of projection optics, and there is a possibility that the focal margins at the time of exposure actuation may run short. Then, the immersion method which considers as the approach of shortening exposure wavelength substantially and making the depth of focus large, for example, is indicated by the following patent reference 1 is proposed. This immersion method expands the depth of focus by about n times while it improves resolution using filling between the inferior surface of tongue of projection optics, and substrate front faces with liquids, such as water and an organic solvent, forming an immersion field, and the wavelength of the exposure light in the inside of a liquid being set to  $1/n$  in air (n being usually 1.2 to about 1.6 at the refractive index of a liquid).

[Patent reference 1] International public presentation/[ 99th ] No. 49504 pamphlet

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0005]

In a place, after loading a substrate to a substrate stage, in case an immersion field is formed on the substrate laid in the substrate stage, it is required that a liquid should be filled for a short time between a substrate and projection optics from a viewpoint of the improvement in a throughput. Moreover, if air bubbles etc. exist in liquid, in order to cause degradation of the image of the pattern formed on a substrate, it is required that an immersion field should be formed in the condition of not making air bubbles existing.

[0006]

It aims at offering the aligner and the device manufacture approach of carrying out exposure processing in a high throughput, without being able to fill between projection optics and substrates with a liquid quickly, and causing degradation of the image of a pattern, this invention being made in view of such a situation, and controlling generating of air bubbles etc.

[Means for Solving the Problem]

[0007]

In order to solve the above-mentioned technical problem, this invention has adopted the configuration of the following matched with drawing 1 shown in the gestalt of operation - drawing 8. However, it does not pass over the sign with a parenthesis given to each element to instantiation of the element, and it does not limit each element.

[0008]

If the 1st mode of this invention is followed, it will be the aligner which projects the image of a pattern on a substrate (P) through a liquid (1), and exposes said substrate, Projection optics (PL) which projects the image of said pattern on a substrate (P); It has a feed hopper (13A, 14A) for supplying a liquid (1) to the both sides of the projection field (AR1) where the image of a pattern is projected by projection optics (PL), respectively, and has the liquid feeder style (10) which supplies a liquid from those feed hoppers (13A, 14A).; When a liquid feeder style (10) starts supply of a liquid (1), the aligner (EX) with which a liquid feeder style (10) supplies a liquid only from one side of the feed hoppers (13A, 14A) of said both sides is offered.

[0009]

Moreover, if the 2nd mode of this invention is followed, it will be the exposure approach which projects the image of a pattern on a substrate (P) through a liquid (1), and exposes said substrate, Supply initiation of the liquid (1) is carried out from one projection field side to the projection field (AR1) to which the image of a pattern is projected before exposure actuation.; During exposure actuation, a liquid is supplied from the projection field [ both ] (AR1) side.; The exposure approach including projecting the image of a pattern on a substrate (P) through the supplied liquid, and exposing a substrate is offered.

[0010]

According to the 1st and 2nd modes of this invention, an immersion field can be quickly formed after loading a substrate to a substrate stage by starting supply of a liquid only from one feed hopper among the feed hoppers arranged at the both sides of a projection field, and forming an immersion field, for example, suppressing generating of air bubbles etc. Since it is hard coming to generate the collision or interference of liquids which advances to an opposite direction from the feed hopper of the both sides of a projection field compared with the case where supply of a liquid is started to coincidence, the residual of the air bubbles in an immersion field is controlled, and an immersion field can be filled with a liquid more quickly and certainly. Consequently, the time amount with which the processing which removes air bubbles etc. becomes unnecessary, and a liquid is fully filled to the immersion field between projection optics and a substrate can be shortened, and a throughput can be improved.

[0011]

If the 3rd mode of this invention is followed, it will be the aligner which projects the image of a pattern on a substrate (P) through a liquid (1), and exposes said substrate, Projection optics (PL) which projects the image of said pattern on a substrate (P); Liquid feeder style (10) which has a feed hopper (13A, 14A) for supplying a liquid (1);

It has substrate migration equipment (PST) which moves said substrate (P).;  
The aligner (EX) started while supply of the liquid (1) by the liquid feeder style (10) moves a substrate (P) with substrate migration equipment (PST) is offered.

[0012]

If the 4th mode of this invention is followed, it will be the exposure approach which projects the image of a pattern on a substrate (P) through a liquid (1), and exposes said substrate. :

Supply of a liquid is started to the projection field (AR1) to which a pattern image is projected while moving said substrate (P) before exposure actuation.;

The exposure approach containing exposing [ project the image of a pattern on a substrate (P) through the supplied liquid, and ]-substrate; is offered.

[0013]

According to the 3rd and 4th modes of this invention, an immersion field can be formed quickly after loading a substrate to substrate migration equipment like a substrate stage, for example, suppressing generating of air bubbles etc. by starting supply of a liquid and forming an immersion field from the feed hopper of a liquid feeder style, moving a substrate. Time amount can be shortened until a liquid is fully filled between projection optics and a substrate compared with the case where a liquid is supplied where a substrate is stopped in case an immersion field is formed especially, a throughput can be improved, and it becomes still more possible to fill between projection optics and substrates with a liquid more certainly.

[0014]

If the 5th mode of this invention is followed, it will be the aligner which projects the image of a pattern on a substrate (P) through a liquid (1), and exposes said substrate,

Projection optics (PL) which projects the image of said pattern on a substrate (P);

It has a feed hopper (13A, 14A) for supplying a liquid (1) to the both sides of the projection field (AR1) where the image of a pattern is projected by projection optics (PL), respectively, and has the liquid feeder style (10) which supplies a liquid from those feed hoppers (13A, 14A).;

When a liquid feeder style (10) starts supply of a liquid (1), the aligner which supplies the liquid of an amount with which liquid feeder styles (10) differ from the feed hopper (13A, 14A) of said both sides is offered.

[0015]

If the 6th mode of this invention is followed, it will be the exposure approach which projects the image of a pattern on a substrate (P) through a liquid (1), and exposes said substrate. :

Supply initiation of the liquid of an amount which is different from the both sides of the projection field where the image of a pattern is projected before exposure actuation is carried out.;

The exposure approach including projecting the image of a pattern on a substrate through the supplied liquid, and exposing a substrate is offered.

[0016]

According to the 5th and 6th modes of this invention, time amount can be shortened until a liquid is fully filled between projection optics and a substrate, a throughput can be improved, and it becomes possible further to fill between projection optics and substrates with a liquid more certainly, suppressing the residual of air bubbles.

[0017]

If the 7th mode of this invention is followed, it will be the aligner which projects the image of a pattern on a substrate (P) through a liquid (1), and exposes said substrate,

Projection optics (PL) which projects the image of said pattern on a substrate (P);

It has the liquid feeder style (10) which has a feed hopper (13A, 14A) for supplying a liquid (1), respectively, and supplies a liquid to the projection field (AR1) 1st and 2nd side where the image of a pattern is projected by projection optics (PL) from those feed hoppers (13A, 14A).;

When a liquid feeder style (10) starts supply of a liquid (1), the aligner with which a liquid feeder style (10) supplies a liquid from the feed hopper (13A) of said 1st side is offered.

[0018]

According to the 7th mode of this invention, time amount can be shortened until a liquid is fully filled between projection optics and a substrate, a throughput can be improved, and it becomes possible further to fill between projection optics and substrates with a liquid more certainly,



suppressing the residual of air bubbles.

[0019]

If the 8th mode of this invention is followed, it will be the aligner which projects the image of a pattern on a substrate (P) through a liquid (1), and exposes said substrate,

Projection optics (PL) which projects the image of said pattern on a substrate (P);

It has the liquid feeder style (10) which has a feed hopper (13A, 14A) for supplying a liquid (1), respectively, and supplies a liquid to the projection field (AR1) 1st and 2nd side where the image of a pattern is projected by projection optics (PL) from those feed hoppers (13A, 14A).;

When a liquid feeder style (10) starts supply of a liquid (1), the aligner which supplies the liquid of an amount with which liquid feeder styles (10) differ from the feed hopper (13A) and said 2nd feed hopper (14A) of said 1st side is offered.

[0020]

According to the 8th mode of this invention, time amount can be shortened until a liquid is fully filled between projection optics and a substrate, a throughput can be improved, and it becomes possible further to fill between projection optics and substrates with a liquid more certainly, suppressing the residual of air bubbles.

[0021]

If the 9th mode of this invention is followed, it will be the exposure approach which projects the image of a pattern according to projection optics (PL) on a substrate (P) through a liquid (1), and exposes said substrate. :

Supply of a liquid is started to the projection field (AR1) to which a pattern image is projected while moving the body (P) arranged at the image surface side of said projection optics before exposure actuation.;

The exposure approach containing exposing [ project the image of a pattern on a substrate (P) through the liquid (1) between projection optics (PL) and a substrate (P), and ]-substrate; is offered.

[0022]

According to the 9th mode of this invention, time amount can be shortened until a liquid is fully filled in the optical-path space by the side of the image surface of projection optics, a throughput can be improved, and it becomes possible further to fill between projection optics and substrates with a liquid more certainly, suppressing the residual of air bubbles.

[0023]

If the 10th mode of this invention is followed, the device manufacture approach characterized by using the aligner (EX) of the above-mentioned mode will be offered. According to this invention, a throughput can be improved and the device which has the pattern formed in a good pattern precision can be offered.

[Effect of the Invention]

[0024]

Since the optical-path space by the side of the image surface of projection optics can be quickly filled with a liquid according to this invention, controlling generating of air bubbles etc., exposure processing can be carried out in a high throughput, without causing degradation of the image of a pattern.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0025]

Although explained hereafter, referring to a drawing about the operation gestalt of the aligner of this invention, this invention is not limited to this.

[0026]

Drawing 1 is the outline block diagram showing 1 operation gestalt of the aligner of this invention. The mask stage MST where Aligner EX supports Mask M in drawing 1 The illumination-light study system IL which illuminates the mask M currently supported by the substrate stage PST which supports Substrate P, and the mask stage MST with the exposure light EL It has the control unit CONT which carries out generalization control of the actuation of the projection optics PL which carries out projection exposure of the pattern image of the mask M illuminated with the exposure light EL at the substrate P currently supported by the substrate stage PST, and the whole aligner EX.

[0027]

Moreover, the aligner EX of this operation gestalt is an immersion aligner which applied the immersion method, in order to shorten exposure wavelength substantially, and to make the depth of focus large substantially, while improving resolution, and it is equipped with the liquid feeder style 10 which supplies a liquid 1 on Substrate P, and the liquid recovery device 20 in which the liquids 1 on Substrate P are collected. Aligner EX forms the immersion field AR 2 in the part on the substrate P which includes the projection field AR 1 of projection optics PL with the liquid 1 supplied from the liquid feeder style 10, while imprinting the pattern image of Mask M on Substrate P at least. Aligner EX fills a liquid 1 between the optical element 2 of the point of projection optics PL, and the front face of Substrate P, projects the pattern image of Mask M on Substrate P through the liquid 1 and projection optics PL between this projection optics PL and Substrate P, and, specifically, exposes Substrate P.

[0028]

Here, with this operation gestalt, carrying out a synchronized drive for being suitable (hard flow), as an aligner EX, the case where the scanning aligner (the so-called scanning stepper) which exposes a mutually different pattern [ in / for Mask M and Substrate P / a scanning direction ] formed in Mask M to Substrate P is used is made into an example, and it explains. Let [ the direction which is in agreement with the optical axis AX of projection optics PL ] a direction (non-scanning direction) perpendicular to X shaft orientations, Z shaft orientations, and X shaft orientations be Y shaft orientations for the direction of a synchronized drive of Mask M and Substrate P (scanning direction) in the following explanation in a flat surface perpendicular to Z shaft orientations and Z shaft orientations. Moreover, let the rotation (inclination) directions of the circumference of the X-axis, a Y-axis, and the Z-axis be  $\theta_X$ ,  $\theta_Y$ , and  $\theta_Z$  direction, respectively. In addition, as for a "mask", the device pattern by which contraction projection is carried out on a substrate contains the formed reticle including that by which the "substrate" here applied the photoresist which is a photosensitive ingredient on the semi-conductor wafer.

[0029]

The illumination-light study system IL illuminates the mask M currently supported by the mask stage MST with the exposure light EL, and has the adjustable field diaphragm which sets up the lighting field on the condensing lens which condenses the exposure light EL from an optical integrator and an optical integrator which equalizes the illuminance of the flux of light injected from the light source for exposure, and the light source for exposure, a relay lens system, and the mask M by the exposure light EL in the shape of a slit. The predetermined lighting field on Mask M is illuminated by the illumination-light study system IL with the exposure light EL of uniform illumination distribution. As an exposure light EL injected from the illumination-light study system IL, vacuum-ultraviolet light (VUV light), such as far-ultraviolet light (DUV light), such as the bright line (g line, h line, i line) of an ultraviolet area, KrF excimer laser light (wavelength of 248nm), etc. which are injected, for example from a mercury lamp, and ArF excimer laser light (wavelength of 193nm), F2 laser beam (wavelength of 157nm), etc. is used. ArF excimer laser light is used in this operation gestalt.

[0030]

that to which a mask stage MST supports Mask M -- it is -- the inside of a flat surface perpendicular to the optical axis AX of projection optics PL, i.e., XY flat surface, -- two-dimensional -- minute to movable and  $\theta_Z$  direction -- it is pivotable. A mask stage MST is driven with the mask stage driving gears MSTG, such as a linear motor. The mask stage driving gear MSTG is controlled by the control unit CONT. The migration mirror 50 is formed on the mask stage MST. Moreover, the laser interferometer 51 is formed in the location which counters the migration mirror 50. The location of the two-dimensional direction of the mask M on a mask stage MST and an angle of rotation are measured on real time by the laser interferometer 51, and a measurement result is outputted to a control unit CONT. A control device CONT positions the mask M currently supported by the mask stage MST by driving the mask stage driving gear MSTG based on the measurement result of a laser interferometer 51.

[0031]

Projection optics PL carries out projection exposure of the pattern of Mask M for the predetermined projection scale factor  $\beta$  at Substrate P, it consists of two or more optical elements containing the

optical element (lens) 2 prepared in the point by the side of Substrate P, and these optical elements are supported by Lens-barrel PK. In this operation gestalt, the projection scale factor beta of projection optics PL is the contraction system of 1/4 or 1/5. In addition, any of unit systems and an expansion system are sufficient as projection optics PL. Moreover, the optical element 2 of the point of the projection optics PL of this operation gestalt is formed possible [ attachment and detachment (exchange) ] to Lens-barrel PK, and the liquid 1 of the immersion field AR 2 contacts an optical element 2.

[0032]

The optical element 2 is formed with fluorite. since compatibility of fluorite with water is high -- liquid contact surface 2a of an optical element 2 -- a liquid 1 can be mostly stuck on the whole surface. That is, since he is trying for compatibility with liquid contact surface 2a of an optical element 2 to supply the high liquid(water) 1 in this operation gestalt, the adhesion of liquid contact surface 2a of an optical element 2 and a liquid 1 can be high, and can fill certainly the optical path between an optical element 2 and Substrate P with a liquid 1. In addition, an optical element 2 may be a quartz with high compatibility with water. Moreover, hydrophilization (lyophilic-izing) processing is performed to liquid contact surface 2a of an optical element 2, and you may make it raise compatibility with a liquid 1 more.

[0033]

The substrate stage PST is equipped with Z stage 52 which holds Substrate P through a substrate holder, X-Y stage 53 which supports Z stage 52, and the base 54 which supports X-Y stage 53 in support of Substrate P. The substrate stage PST is driven with the substrate stage driving gears PSTD, such as a linear motor. The substrate stage driving gear PSTD is controlled by the control unit CONT. By driving Z stage 52, the location in the location (focal location) in Z shaft orientations of the substrate P currently held at Z stage 52 and thetaX, and the direction of thetaY is controlled. Moreover, the location (it is [ the image surface of projection optics PL and ] the location of an parallel direction substantially) in the XY direction of Substrate P is controlled by driving X-Y stage 53. That is, Z stage 52 controls the focal location and tilt angle of Substrate P, and doubles the front face of Substrate P with the image surface of projection optics PL by the automatic focus method and the auto leveling method, and X-Y stage 53 performs positioning in X shaft orientations and Y shaft orientations of Substrate P. In addition, it cannot be overemphasized that a Z stage and an X-Y stage may be prepared in one.

[0034]

On the substrate stage PST (Z stage 52), the migration mirror 55 which moves to projection optics PL with the substrate stage PST is formed. Moreover, the laser interferometer 56 is formed in the location which counters the migration mirror 55. The location of the two-dimensional direction of the substrate P on the substrate stage PST and an angle of rotation are measured on real time by the laser interferometer 56, and a measurement result is outputted to a control unit CONT. A control device CONT positions the substrate P currently supported by the substrate stage PST by driving the substrate stage driving gear PSTD based on the measurement result of a laser interferometer 56.

[0035]

Moreover, on the substrate stage PST (Z stage 52), the auxiliary plate 57 is formed so that Substrate P may be surrounded. The auxiliary plate 57 has the front face of the substrate P held at the substrate holder, and the flat surface of the almost same height. Here, although an about 0.1-2mm clearance is between the edge of Substrate P, and the auxiliary plate 57, also when a liquid 1 hardly flows into the clearance with the surface tension of a liquid 1 and it exposes near the periphery of Substrate P, a liquid 1 can be held under projection optics PL with the auxiliary plate 57.

[0036]

The liquid feeder style 10 is what supplies the predetermined liquid 1 on Substrate P. The 1st liquid feed zone 11 and the 2nd liquid feed zone 12 which can supply a liquid 1, The 1st feed zone material 13 which has feed hopper 13A which supplies the liquid 1 which was connected to the 1st liquid feed zone 11 through supply pipe 11A which has passage, and was sent out from this 1st liquid feed zone 11 on Substrate P, It connected with the 2nd liquid feed zone 12 through supply pipe 12A which has passage, and has the 2nd feed zone material 14 which has feed hopper 14A which supplies the liquid 1 sent out from this 2nd liquid feed zone 12 on Substrate P. The 1st and 2nd feed zone material 13

and 14 approaches the front face of Substrate P, is arranged, and is prepared in a mutually different location in the direction of a field of Substrate P. The 1st feed zone material 13 of the liquid feeder style 10 is formed in scanning direction one side (-X side) to the projection field AR 1, and, specifically, the 2nd feed zone material 14 is formed in the other side (+X side).

[0037]

Each of the 1st and 2nd liquid feed zones 11 and 12 is equipped with the tank which holds a liquid 1, the booster pump, etc., and supplies a liquid 1 from the upper part of Substrate P through each of supply pipes 11A and 12A and the feed zone material 13 and 14. Moreover, liquid supply actuation of the 1st and 2nd liquid feed zones 11 and 12 is controlled by the control unit CONT, and its control unit CONT becomes [ , respectively ] independent about the liquid amount of supply per [ which is supplied on the substrate P by the 1st and 2nd liquid feed zones 11 and 12 ] unit time amount and is controllable.

[0038]

Pure water is used for a liquid 1 in this operation gestalt. Pure water can penetrate not only ArF excimer laser light but far-ultraviolet light (DUV light), such as the bright line (g line, h line, i line) of an ultraviolet area, KrF excimer laser light (wavelength of 248nm), etc. which are injected from a mercury lamp.

[0039]

The liquid recovery device 20 collects the liquids 1 on Substrate P, and is equipped with the stripping section material 22 which has recovery opening 22A arranged by approaching the front face of Substrate P, and the liquid stripping section 21 connected to this stripping section material 22 through recovery tubing 21A which has passage. The liquid stripping section 21 is equipped with aspirators, such as a vacuum pump, the tank which holds the collected liquid 1, and collects the liquids 1 on Substrate P through the stripping section material 22 and recovery tubing 21A. Liquid recovery actuation of the liquid stripping section 21 is controlled by the control unit CONT, and its control unit CONT is controllable in the amount of liquid recovery per unit time amount by the liquid stripping section 21.

[0040]

Moreover, the trap member 30 by which the liquid trap side 31 of the predetermined die length which catches a liquid 1 was formed in the outside of the stripping section material 22 of the liquid recovery device 20 is arranged.

[0041]

Drawing 2 is the top view showing the outline configuration of the liquid feeder style 10 and the liquid recovery device 20. As shown in drawing 2 , the projection field AR 1 of projection optics PL is set up in the shape of [ which makes a longitudinal direction Y shaft orientations (non-scanning direction) ] a rectangle, and the immersion field AR 2 where the liquid 1 was filled is formed in the part on Substrate P so that the projection field AR 1 may be included. And the 1st feed zone material 13 of the liquid feeder style 10 for forming the immersion field AR 2 of the projection field AR 1 is formed in scanning direction one side (-X side) to the projection field AR 1, and the 2nd feed zone material 14 is formed in the other side (+X side).

[0042]

The 1st and 2nd feed zone material 13 and 14 has the building envelopes 13H and 14H which circulate the liquid 1 sent out from the 1st and 2nd liquid feed zones 11 and 12, and the feed hoppers 13A and 14A which supply the liquid 1 which circulated building envelopes 13H and 14H on Substrate P, respectively. The feed hoppers 13A and 14A of the 1st and 2nd feed zone material 13 and 14 are formed in the shape of a plane view approximate circle arc slit, respectively, and the size in Y shaft orientations of these feed hoppers 13A and 14A is set up so that it may become larger than the size in Y shaft orientations of the projection field AR 1 at least. The feed hoppers 13A and 14A currently formed in the plane view approximate circle arc are arranged so that it may face across the projection field AR 1 about a scanning direction (the direction of X). That is, the straight line which connects the core of the projection field AR 1 and each center section of Y shaft orientations of feed hoppers 13A and 14A is almost parallel to X shaft orientations. The liquid feeder style 10 can supply a liquid 1 to coincidence on both sides of the projection field AR 1 from feed hoppers 13A and 14A.

[0043]

The stripping section material 22 of the liquid recovery device 20 is a duplex annular member, and has annular building envelope (internal passage) 22H which circulate the liquid 1 collected from recovery opening 22A annularly formed continuously so that the front face of Substrate P might be turned to, and recovery opening 22A. The stripping section material 22 of the liquid recovery device 20 is arranged so that the feed zone material 13 and 14 of the liquid recovery device 10 and the projection field AR 1 may be surrounded. The batch member 23 which divides these building envelope 22H into two or more space (division space) 24 in a hoop direction is formed in the interior of the stripping section material 22 at intervals of predetermined. Each of the division space 24 divided by the batch member 23 is penetrated in the upper part. The lower limit section which has recovery opening 22A among the stripping section material 22 approaches the front face of Substrate P, and, on the other hand, the upper limit section is the set space section (manifold section) which gather two or more division space 24 spatially. The end section of recovery tubing 21A is connected to this manifold section, and the other end is connected to the liquid stripping section 21. The liquid recovery device 20 collects the liquids 1 on Substrate P by driving the liquid stripping section 21 through recovery opening 22A (stripping section material 22) and recovery tubing 21A. Here, recovery opening 22A of the liquid recovery device 20 is plane view approximate circle annular, and encloses feed hoppers 13A and 14A and the projection field AR 1. In addition, what combined the circular member which was not restricted to a member in a circle, for example, was divided into each by the side of +X and -X is sufficient as the stripping section material 22.

[0044]

Drawing 3 is the important section expansion sectional side elevation showing the 1st and 2nd feed zone material 13 and 14 arranged by approaching Substrate P, and the stripping section material 22. it is shown in drawing 3 -- as -- the 1st and 2nd feed zone material 13 and 14 -- each internal passage 13H and 14H is formed almost perpendicularly to the front face of Substrate P. Similarly, internal passage 22H of the stripping section material 22 of the liquid recovery device 20 are prepared almost perpendicularly to the front face of Substrate P. The supply location (installation location of feed hoppers 13A and 14A) of the liquid 1 to the substrate P by the 1st and 2nd feed zone material 13 and 14 is set up between the liquid recovery location (installation location of recovery opening 22A) of the liquid recovery device 20, and the projection field AR 1. Moreover, similarly with this operation gestalt, the location (height) in Z shaft orientations of feed hoppers 13A and 14A, recovery opening 22A, and each lower limit side of projection optics PL is set up.

[0045]

Here, the member to which a liquid 1 circulates at least among each part material which constitutes the liquid feeder style 10 and the liquid recovery device 20 is formed with synthetic resin, such as polytetrafluoroethylene. Thereby, it can control that an impurity is contained in a liquid 1. Or it may be formed with metals, such as stainless steel. Moreover, the passage front face may be coated with the ingredient containing silver. Silver is excellent also in antibacterial and it not only has the compatibility over a liquid 1, but can control contamination (propagation of a microorganism etc.) of a liquid 1 and its edge strip. The member itself to which a liquid 1 circulates may be formed with the ingredient containing silver. Moreover, when the member to which a liquid 1 circulates is synthetic resin etc., it can consider as the configuration which embeds and arranges silver (or silver particle) on the passage front face.

[0046]

Outside, the trap member 30 in which the liquid trap side 31 of the predetermined die length which catches the liquid 1 which were not able to be collected by the stripping section material 22 of the liquid recovery device 20 was formed is formed to the projection field AR 1 among the stripping section material 22 of the liquid recovery device 20. The trap member 30 is attached in the lateral surface of the stripping section material 22. Among the trap members 30, the trap side 31 inclines to a horizontal plane, as it is the field (namely, inferior surface of tongue) to turn to and Substrate P side is shown in drawing 3. specifically, the trap side 31 inclines so that it may separate to the front face of Substrate P as it goes outside to the projection field AR 1 (immersion field AR 2) (it goes upwards -- as). The trap member 30 is formed with metals, such as stainless steel.

[0047]

As shown in drawing 2, the trap member 30 is a plane view annular member, and it is connected to

the lateral surface of the stripping section material 22 so that it may fit into the stripping section material 22. The trap member 30 in this operation gestalt and the trap side 31 of this inferior surface of tongue serve as a plane view abbreviation elliptical, and the die length of the trap side 31 in a scanning direction (X shaft orientations) is long to the non-scanning direction (Y shaft orientations). [0048]

Lyophilic-ized processing (hydrophilization processing) which raises compatibility with a liquid 1 is performed to the trap side 31. In this operation gestalt, since a liquid 1 is water, surface treatment according to compatibility with water is performed to the trap side 31. In addition, the sensitization material (for example, TARF-P6100 by TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD.) for water-repellent (about 70-80 degrees of contact angles) ArF excimer laser is applied to the front face of Substrate P, and the liquid compatibility over the liquid 1 of the trap side 31 is higher than the liquid compatibility over the liquid 1 of the sensitization material applied to the front face of Substrate P. Surface treatment to the trap side 31 is performed according to the polarity of a liquid 1. Since the liquid 1 in this operation gestalt is polar large water, it is forming a thin film by matter of the polar large molecular structure, such as alcohol, as hydrophilization processing to the trap side 31, and gives a hydrophilic property to this trap side 31. Thus, when using water as a liquid 1, the processing which arranges on a front face what had the polar large molecular structures, such as an OH radical, in the trap side 31 is desirable. Here, the thin film for surface treatment is formed with an undissolved ingredient to a liquid 1. Moreover, lyophilic-ized processing changes the processing condition suitably according to the material property of the liquid 1 to be used.

[0049]

Next, how to expose the pattern image of Mask M to Substrate P using the aligner EX mentioned above is explained.

[0050]

Return to drawing 1 and the aligner EX in this operation gestalt It is what carries out projection exposure of the pattern image of Mask M at Substrate P while moving Mask M and Substrate P to X shaft orientations (scanning direction). At the time of scan exposure Some pattern images of Mask M are projected on the projection field AR 1 of the shape of a rectangle of projection optics PL directly under a point, and projection optics PL is received. Synchronizing with Mask M moving in the direction of -X (or the direction of +X) at a rate V, Substrate P moves in the direction of +X (or the direction of -X) by rate beta-V (beta is a projection scale factor) through X-Y stage 53. And as shown in the top view of drawing 7, on Substrate P, two or more shot fields S1-S12 are set up, and while the next shot field moves to a scan starting position and moves Substrate P by step - and - scanning method hereafter by stepping migration of Substrate P after one exposure termination of a shot field, scan exposure processing to each shot field is performed one by one. In addition, with this operation gestalt, a control unit CONT shall move X-Y stage 53, carrying out the monitor of the output of a laser interferometer 56 so that the optical axis AX of projection optics PL may face the shot fields S1-S12 of a substrate and may advance along with the broken-line arrow head 58 of drawing 7.

[0051]

Drawing 3 shows the condition immediately after loading Substrate P to the substrate stage PST (carrying in). After Substrate P is loaded to the substrate stage PST, in order to form the immersion field AR 2, a control unit CONT starts supply of the liquid 1 by the liquid feeder style 10, moving Substrate P. At this time, a control unit CONT also starts the drive of the liquid recovery device 20. A control device CONT starts supply of a liquid 1 only by one feed hopper among the feed hoppers 13A and 14A prepared in the both sides of the projection field AR 1 of projection optics PL, after starting migration of Substrate P through the substrate stage PST. At this time, a control unit CONT controls liquid supply actuation of the 1st and 2nd liquid feed zones 11 and 12 of the liquid feeder style 10, and supplies a liquid 1 from this side of the projection field AR 1 about a scanning direction.

[0052]

Drawing 4 is the mimetic diagram showing the condition immediately after starting supply of a liquid 1. As shown in drawing 4, with this operation gestalt, Substrate P is moved in the direction of +X, and supply of a liquid 1 is started only from feed hopper 13A. Here, this substrate P may be



acceleration moving, and the timing which starts supply of a liquid 1 from feed hopper 13A may uniform be [ \*\*\*\*\* ] under migration [ and ] after migration initiation of Substrate P. And a control unit CONT supplies the liquid amount of supply per unit time amount from feed hopper 13A on Substrate P in the condition of having fixed mostly, carrying out uniform migration of the substrate P mostly at a predetermined rate. As the liquid 1 supplied from feed hopper 13A arranged to the projection field AR 1 at the -X side and feed hopper 13A arranged behind the substrate migration direction if it puts in another way is pulled by the substrate P which moves in the direction of +X, it is quickly arranged between projection optics PL and Substrate P.

[0053]

Drawing 5 is the mimetic diagram showing the condition that the liquid 1 was filled in the space between projection optics PL and Substrate P. As shown in drawing 5, the liquid 1 supplied from feed hopper 13A is smoothly arranged between projection optics PL and Substrate P. At this time, the field by the side of -X of recovery opening 22A of the liquid recovery device 20 is collecting only gases (air), and the field by the side of +X is collecting liquids (or a gas and a liquid).

[0054]

Although the amount of liquids which move to the +X side to the projection field AR 1 when Substrate P moves in the direction of +X may be unable to collect liquids 1 altogether in the field by the side of +X of increase and recovery opening 22A + Since the liquid 1 which were not able to be collected by recovery opening 22A by the side of X is caught in respect of [ 31 ] the trap of the trap member 30 prepared in the +X side (it is an outside to the projection field AR 1) from this liquid recovery location, it flows into the perimeter of Substrate P etc., or does not disperse. Moreover, since feed hopper 14A by the side of +X does not supply the liquid 1, the amount of liquids which flows to recovery opening 22A by the side of +X is reduced. Therefore, inconvenient generating that a liquid 1 flows out without the ability collecting liquids 1 by recovery opening 22A can be suppressed.

[0055]

And after the immersion field AR 2 is formed of the liquid supply from one feed hopper 13A, a control unit CONT starts supply of a liquid 1 from the feed hoppers 13A and 14A of both sides, and starts exposure processing of each shot fields S1-S12 of Substrate P after that.

[0056]

In exposure processing, a control unit CONT drives each of the 1st and 2nd liquid feed zones 11 and 12 of the liquid feeder style 10, and supplies a liquid 1 on Substrate P from feed hoppers 13A and 14A at coincidence. The liquid 1 supplied on Substrate P from feed hoppers 13A and 14A forms the immersion field AR 2 of the range larger than the projection field AR 1.

[0057]

During exposure processing, a control unit CONT controls liquid supply actuation of the 1st and 2nd liquid feed zones 11 and 12 of the liquid feeder style 10, and sets up it about a scanning direction. [ than the liquid amount of supply which supplies the liquid amount of supply per / which is supplied from this side of the projection field AR 1 / unit time amount in the opposite side ] [ more ] When carrying out exposure processing, moving Substrate P in the direction of +X, for example, a control unit CONT As opposed to the projection field AR 1 the amount of liquids from the -X side (namely, feed hopper 13A) + Make [ more ] it than the amount of liquids from the X side (namely, feed hopper 14A), and on the other hand, when carrying out exposure processing, moving Substrate P in the direction of -X, make [ more ] the amount of liquids from the +X side to the projection field AR 1 than the amount of liquids from the -X side. In addition, the amount of liquids supplied on Substrate P from feed hopper 13A and the amount of liquids supplied on Substrate P from feed hopper 14A may be mostly set as tales doses.

[0058]

Moreover, a control unit CONT drives the liquid stripping section 21 of the liquid recovery device 20, and performs liquid recovery actuation on Substrate P in parallel to supply actuation of the liquid 1 by the liquid feeder style 10. Thereby, the liquids 1 on the substrate P which flows from feed hoppers 13A and 14A outside to the projection field AR 1 are collected from recovery opening 22A. The liquids 1 collected from recovery opening 22A are collected by the liquid stripping section 21 through recovery tubing 21A. And a control device CONT carries out projection exposure of the

pattern image of Mask M on Substrate P through the liquid 1 and projection optics PL between projection optics PL and Substrate P, moving the substrate stage PST which supports Substrate P to X shaft orientations (scanning direction). Since the liquid feeder style 10 supplies the liquid 1 to coincidence through feed hoppers 13A and 14A about the scanning direction from the both sides of the projection field AR 1 at this time, the immersion field AR 2 becomes possible [ continuing the supply from feed hoppers 13A and 14A ], homogeneity and also when it is formed good and the scanning direction of Substrate P changes in the direction of +X, and the direction of -X by turns. [0059]

When exposing the 1st shot field S1 on Substrate P, Substrate P moves in the direction of +X. When Substrate P moves in the direction of +X, recovery opening 22A in which the liquid recovery location is established at the increase [ which moves to the +X side to the projection field AR 1 / of the amount of liquids ], and +X side may be unable to collect liquids 1 altogether. However, since the liquid 1 which were not able to be collected by recovery opening 22A by the side of +X is caught in respect of [ 31 ] the trap of the trap member 30 prepared in the +X side from this liquid recovery location, it flows into the perimeter of Substrate P etc., or does not disperse. Here, since the trap side 31 is lyophilic--ization-processed to the liquid 1 and it moreover has liquid compatibility higher than the front face of Substrate P, the liquid 1 which is going to flow out outside the liquid recovery location of recovery opening 22A is pulled at the trap side 31 side, without being pulled at Substrate P side. Thereby, inconvenient generating of a liquid 1 remaining on Substrate P is suppressed. [0060]

If exposure processing of the 1st shot field is completed, a control unit CONT will carry out stepping migration of the substrate P, in order to arrange the projection field AR 1 of projection optics PL to the 2nd shot field other than said 1st shot field. After the scan exposure processing termination to the shot field S1, in order to carry out scan exposure processing to the shot field S2, specifically, a control unit CONT carries out stepping migration between two shot fields S1 on Substrate P, and S2 at Y shaft orientations. Also during stepping migration, a control unit CONT maintains the liquid supply actuation to the substrate P top by the liquid feeder style 10. And exposure to the shot field S2 is performed, moving Substrate P in the direction of -X. Hereafter, exposure processing to each of two or more shot fields S3-S12 is performed one by one. [0061]

The immersion field AR 2 can be formed quickly, suppressing generating of air bubbles etc. by starting supply of a liquid 1 only from one feed hopper 13A among the feed hoppers 13A and 14A arranged after loading to the substrate stage PST in Substrate P at the both sides of the projection field AR 1, and forming the immersion field AR 2, as explained above. Although starting supply of a liquid 1 from the feed hoppers 13A and 14A of both sides to coincidence is also considered where Substrate P is suspended as shown in the mimetic diagram of drawing 6, it collides or interferes and there are liquid 1 supplied from the feed hoppers 13A and 14A of both sides in that case, the center section AR 3 of the formation schedule field of an immersion field may not be filled with a liquid 1, or air bubbles etc. may arise. However, the immersion field AR 2 can be quickly formed smoothly by starting supply of a liquid 1 only from one feed hopper 13A. [0062]

In addition, although migration of Substrate P is started with the above-mentioned operation gestalt before starting supply of the liquid 1 to Substrate P top from feed hopper 13A, supply of a liquid 1 is started and you may make it start migration of Substrate P to coincidence mostly with initiation of supply of a liquid 1 after predetermined time progress. Also by carrying out like this, the immersion field AR 2 can be formed smoothly quickly. [0063]

Moreover, in case a liquid 1 is supplied only from one of feed hoppers among the feed hoppers 13A and 14A of both sides, you may make it supply, where Substrate P is suspended. Although time amount until formation of the immersion field AR 2 is completed compared with the case where a liquid 1 is supplied may be taken moving Substrate P Generating of air bubbles etc. can be suppressed compared with the case where a liquid 1 is supplied to coincidence from the feed hoppers 13A and 14A of both sides where Substrate P is suspended, and inconvenient generating with which a liquid 1 is not smoothly filled by the center section AR 3 of the field between projection optics PL



and Substrate P can be suppressed.

[0064]

On the other hand, when supplying a liquid 1, moving Substrate P, supply of a liquid 1 can be mostly started from the feed hoppers 13A and 14A of both sides to coincidence. In this case, since Substrate P is moving, inconvenient generating with which a liquid 1 is not smoothly filled by the center section AR 3 of the field between projection optics PL and Substrate P can be suppressed.

[0065]

Moreover, in case a liquid 1 is supplied on Substrate P from each of the feed hoppers 13A and 14A of both sides, supply can be started in an amount which is different from the feed hoppers 13A and 14A of both sides. For example, when starting supply of a liquid 1, moving Substrate P in the direction of +X like the above-mentioned operation gestalt, the liquid amount of supply per unit time amount from feed hopper 13A by the side of -X is made [ more ] to the projection field AR 1 than the liquid amount of supply per unit time amount from feed hopper 14A by the side of +X.

Generating of the air bubbles in the immersion field AR 2 can be controlled suppressing inconvenient generating with which a liquid 1 is not filled by about three center section AR of the field between projection optics PL and Substrate P by carrying out like this. That is, as shown in drawing 5, when feed hopper 14A by the side of +X does not supply the liquid 1, since building envelope 14H of the feed zone material 14 of this feed hopper 14A are in the condition currently filled with the gas (air), un-arranging [ on which a part of this gas infiltrates into the immersion field AR 2 through feed hopper 14A ] may produce them. However, by supplying the liquid 1 of a minute amount on Substrate P also from feed hopper 14A, and filling building envelope 14H of this feed zone material 14 with the liquid 1 the time of the immersion field formation actuation before exposure processing -- or when supply of a liquid 1 is started from feed hopper 14A at the time of exposure processing initiation, inconvenient generating that the gas of building envelope 14H infiltrates into the immersion field AR 2 can be prevented.

[0066]

Moreover, when supplying a liquid 1 to coincidence mostly from the feed hoppers 13A and 14A of both sides, moving Substrate P, it is desirable to start supply of a liquid 1, moving Substrate P to X shaft orientations, but even if it makes it supply, moving Substrate P in Y shaft orientations or the direction of slant, for example, the immersion field AR 2 can be formed.

[0067]

Moreover, feed hopper 13A arranged about a scanning direction at the both sides of the projection field AR 1 when supplying a liquid 1, moving Substrate P to X shaft orientations, Supply of a liquid 1 may be started from the location which shifted from 14A about the scanning direction, without supplying a liquid 1, for example, the feed hopper prepared [ \*\*Y direction or ] from across independently [ feed hoppers 13A and 14A ] to the projection field AR 1. Or supply may be started combining the another feed hopper and another feed hoppers 13A and 14A. And what is necessary is to suspend the supply from the another feed hopper, and just to perform exposure processing, supplying a liquid 1 from feed hoppers 13A and 14A, after the immersion field AR 2 is formed.

[0068]

Feed hopper 13A arranged like the above-mentioned operation gestalt on the other hand at the both sides of the projection field AR 1 about the scanning direction (X shaft orientations) when carrying out scan exposure of two or more shot fields S1-S12 set up on Substrate P, Immediately after the immersion field AR 2 is formed by starting supply of a liquid 1 using 14A, moving Substrate P to X shaft orientations and parallel, exposure actuation of the 1st shot field S1 of Substrate P can be started.

[0069]

Moreover, another feed hopper is prepared in the both sides of the projection field AR 1 about a non-scanning direction (Y shaft orientations). After starting supply of a liquid 1, forming an immersion field and suspending supply of the liquid 1 from the another feed hopper from the feed hopper, moving Substrate P to Y shaft orientations (or before [ the ]), supply of the liquid 1 from feed hoppers 13A and 14A is started, and it may be made to perform exposure processing.

[0070]

In addition, although it is the configuration which supplies a liquid 1 only from one feed hopper 13A

at the time of the immersion field formation actuation before exposure processing, starts supply of a liquid 1 from both feed hoppers 13A and 14A after immersion field formation with this operation gestalt, and starts the postexposure processing. You may be the configuration which starts supply of a liquid 1 only from feed hopper 13A by the side of one at the time of the immersion field formation actuation before exposure processing, and starts supply of a liquid 1 from the feed hoppers 13A and 14A of both sides after predetermined time progress. That is, the liquid supply actuation using the feed hoppers 13A and 14A of both sides is started from the middle at the time of the immersion field formation actuation before exposure processing. The immersion field AR 2 can be quickly supplied smoothly also by carrying out like this.

[0071]

Moreover, the migration direction of the substrate P when starting supply of a liquid 1 may determine the 1st shot field S1 on Substrate P according to the migration direction of the substrate P when carrying out scan exposure. For example, when exposing the 1st shot field S1, moving Substrate P in the direction of +X, exposure of the 1st shot field S1 can be started without a useless motion of the substrate stage PST by starting supply of a liquid 1 at the time of migration in the direction of -X of the substrate P in front of that.

[0072]

In addition, the almost same thing of the liquid amount of supply per unit time amount from feed hopper 13A at the time of the immersion field formation actuation before exposure processing (or 14A) and the liquid amount of supply at the time of exposure processing is desirable. When the liquid amount of supply at the time of the immersion field formation actuation before exposure processing differed from the liquid amount of supply at the time of exposure processing, for example it changes from the amount of supply at the time of immersion field formation actuation to the liquid amount of supply at the time of exposure processing, the latency time until the amount of supply of a liquid is stabilized is needed. However, by making the liquid amount of supply before exposure processing the same as the time of exposure processing, it becomes unnecessary to establish the latency time and a throughput can be improved.

[0073]

In order to form the immersion field AR 2 before exposure processing, when supplying a liquid 1, uniform velocity is sufficient as the passing speed of Substrate P, and non-uniform velocity is sufficient as it. Moreover, the passing speed of the substrate stage PST before exposure processing may be the same as the passing speed at the time of exposure processing, and may differ. Moreover, Substrate P may be moved in the predetermined direction (the direction of +X), repeating migration and a halt of Substrate P at the time of the immersion field formation actuation before exposure processing, and you may make it supply a liquid 1, making Substrate P (substrate stage PST) rock in XY flat surface.

[0074]

Moreover, the configuration of supplying a liquid 1 from feed hopper 13A (or both sides of feed hoppers 13A and 14A), moving Substrate P in the direction of +X at the time of the immersion field formation actuation before exposure processing, supplying a liquid 1 subsequently to the direction of -X from feed hopper 14A (or both sides of feed hoppers 13A and 14A), moving Substrate P, and repeating this the number of predetermined times is also possible.

[0075]

Moreover, supply of the liquid 1 from the liquid feeder style 10 may be begun in the condition that Substrate P is located directly under projection optics PL, and may be begun in the condition that the flat side around Substrate P (top face of the substrate stage PST) is located.

[0076]

Furthermore, it may be made to collect the liquids 1 by the side of the image surface of projection optics PL for every exposure termination of one substrate, and only when every exposure termination of two or more substrates, a maintenance, etc. are required, you may make it collect them, as long as it is possible to continue holding a liquid 1 to the image surface side of projection optics PL also during exchange of Substrate P. All can form quickly the immersion field which does not have air bubbles or an air mass in a case after that by implementing a policy which was explained with the above-mentioned operation gestalt when starting liquid supply from the liquid

feeder style 10.

[0077]

In addition, if the sensor which judges whether the immersion field AR 2 was formed is installed, after checking the sensor output, exposure of the 1st shot field S1 can be started. Moreover, after starting supply of the liquid from the liquid feeder style 10 and predetermined carries out standby-time progress, you may make it start exposure of the 1st shot field S1.

[0078]

In the above-mentioned operation gestalt, the liquid 1 used pure water. Pure water has an advantage without the bad influence to a photoresist, an optical element (lens), etc. on Substrate P while being able to come to hand in large quantities easily by a semi-conductor plant etc. Moreover, since the content of an impurity is very low, pure water can also expect the operation which washes the front face of Substrate P, and the front face of an optical element established in the apical surface of projection optics PL, while not having a bad influence to an environment.

[0079]

And when the refractive index  $n$  of the pure water(water) to the exposure light EL whose wavelength is about 193nm is called about about 1.44 and ArF excimer laser light (wavelength of 193nm) is used as the light source of the exposure light EL, on Substrate P, it is short-wavelength-ized by  $1/\text{about } n$ , i.e., about 134nm, and high resolution is obtained. Furthermore, when what is necessary is just to be able to secure the depth of focus comparable as the case where it is used in air since the depth of focus is expanded [ be / it / under / air / comparing ] to about about  $n$  times, i.e., about 1.44 times, it can make the numerical aperture of projection optics PL increase more, and its resolution improves also at this point.

[0080]

With this operation gestalt, the optical element 2 is attached at the tip of projection optics PL, and this lens can perform the optical property of projection optics PL, for example, adjustment of aberration (spherical aberration, comatic aberration, etc.). In addition, as an optical element attached at the tip of projection optics PL, you may be the optical plate used for adjustment of the optical property of projection optics PL. Or you may be the plane-parallel plate which can penetrate the exposure light EL.

[0081]

In addition, when the pressure between the optical elements at the tip of projection optics PL and Substrates P which are produced by the flow of a liquid 1 is large, the optical element may not be made exchangeable, but you may fix strongly so that an optical element may not move with the pressure.

[0082]

In addition, with this operation gestalt, although it is the configuration currently filled with the liquid 1 between projection optics PL and a substrate P front face, it may be the configuration of filling a liquid 1 where the cover glass which consists of a plane-parallel plate is attached in the front face of Substrate P, for example.

[0083]

In addition, although the liquid 1 of this operation gestalt is water, they may be liquids other than water. For example, since this F2 laser beam does not penetrate water when the light source of the exposure light EL is F2 laser, you may be the fluorine system fluid of fault fluorine system oil [ for example, ] and polyether fluoride (PFPE) which can penetrate F2 laser beam as a liquid 1. Moreover, if it considers as a liquid 1, there is permeability over the exposure light EL, a refractive index is high as much as possible, and it is also possible to use a stable thing (for example, cedar oil) to the photoresist applied to projection optics PL and a substrate P front face. Also in this case, surface treatment is performed according to the polarity of the liquid 1 to be used.

[0084]

In addition, as a substrate P of each above-mentioned operation gestalt, not only the semi-conductor wafer for semiconductor device manufacture but the glass substrate for display devices, the mask used with the ceramic wafer for the thin film magnetic heads or an aligner or the original edition (synthetic quartz, silicon wafer) of a reticle, etc. is applied.

[0085]

It is applicable also to the projection aligner (stepper) of the step-and-repeat method which one-shot exposure of the pattern of Mask M is carried out [ method ] in the condition of having stood still Mask M and Substrate P other than the scanning aligner (scanning stepper) of step - which carries out the synchronized drive of Mask M and the substrate P, and carries out scan exposure of the pattern of Mask M as an aligner EX, and - scanning method, and carries out step migration of the substrate P one by one. Moreover, this invention can apply at least two patterns also to the aligner of step - imprinted in piles partially and - SUTITCHI method on Substrate P.

[0086]

Moreover, this invention is applicable also to the aligner of the twin stage mold which laid processed substrates, such as a wafer, separately and was equipped with two independently movable stages in the XY direction. The structure of the aligner of a twin stage mold and exposure actuation are indicated by JP,10-163099,A and JP,10-214783,A (correspondence U.S. Pat. No. 6,341,007, 6,400,441, 6,549,269 and 6,590,634), the \*\* table No. (correspondence U.S. Pat. No. 5,969,441) 505958 [ 2000 to ], or U.S. Pat. No. 6,208,407, as long as it approves by the statute of a country specified or chosen by this international application, use those indications and are carried out to a part of publication of the text.

[0087]

As a class of aligner EX, it is not restricted to the aligner for semiconductor device manufacture which exposes a semiconductor device pattern to Substrate P, but can apply to the aligner for manufacturing an aligner, the thin film magnetic head, an image sensor (CCD), a reticle or a mask for the object for liquid crystal display component manufacture, or display manufacture, etc. widely.

[0088]

When using a linear motor for the substrate stage PST and a mask stage MST, whichever of the magnetic levitation mold using the air surfacing mold and the Lorentz force, or the reactance force which air bearing was used may be used. Moreover, the type which moves along with a guide is sufficient as each stages PST and MST, and they may be guide loess types which do not prepare a guide. The example which used the linear motor for the stage is indicated by U.S. Pat. No. 5,623,853 and 5,528,118, as long as it approves by the statute of a country specified or chosen by this international application, respectively, uses the written contents of these reference and carries out them to a part of publication of the text.

[0089]

The flat-surface motor which the magnet unit which has arranged the magnet to two dimensions, and the armature unit which has arranged the coil to two dimensions are made to counter as a drive of each stages PST and MST, and drives each stages PST and MST according to electromagnetic force may be used. In this case, what is necessary is to connect either of a magnet unit and an armature unit to Stages PST and MST, and just to establish another side of a magnet unit and an armature unit in the migration side side of Stages PST and MST.

[0090]

The reaction force generated by migration of the substrate stage PST may be mechanically missed to the floor (earth) using a frame member so that it may not get across to projection optics PL. As long as it is indicated by U.S. Pat. No. 5,528,118 (JP,8-166475,A) at the detail and approves by the statute of a country specified or chosen by this international application, the art of this reaction force uses the written contents of this reference, and carries out to a part of publication of the text.

[0091]

The reaction force generated by migration of a mask stage MST may be mechanically missed to the floor (earth) using a frame member so that it may not get across to projection optics PL. The art of this reaction force is indicated [ 5,874,820th (JP,8-330224,A) ] by for example, the United States patent detail, as long as it approves by the statute of a country specified or chosen by this international application, uses the indication of this reference and carries out to a part of publication of the text.

[0092]

the aligner EX of this operation gestalt -- this application -- it is manufactured by assembling the various subsystems containing each component mentioned to the claim so that a predetermined mechanical precision, electric precision, and optical precision may be maintained. In order to secure

these various precision, before and after this assembly, adjustment for attaining electric precision is performed about the adjustment for attaining mechanical precision about the adjustment for attaining optical precision about various optical system, and various mechanical systems, and various electric systems. Like the assembler from various subsystems to an aligner, the mechanical connections between [ various ] subsystems, wiring connection of an electrical circuit, piping connection of an atmospheric-pressure circuit, etc. are included. It cannot be overemphasized that it is in the front like the assembler from these various subsystems to an aligner like the assembler of each subsystem each. If it ends like the assembler to the aligner of various subsystems, comprehensive adjustment will be performed and the various precision as the whole aligner will be secured. In addition, as for manufacture of an aligner, it is desirable to carry out in the clean room where temperature, an air cleanliness class, etc. were managed.

[0093]

As micro devices, such as a semiconductor device, are shown in drawing 8 With the aligner EX of step 201 which performs the function and engine-performance design of a micro device, step 202 which manufactures the mask (reticle) based on this design step, step 203 which manufactures the substrate which is the base material of a device, and the operation gestalt mentioned above It is manufactured through the substrate processing step 204 which exposes the pattern of a mask to a substrate, the device assembly step (a dicing process, a bonding process, and a package process are included) 205, and inspection step 206 grade.

[Brief Description of the Drawings]

[0094]

[Drawing 1] It is the outline block diagram showing 1 operation gestalt of the aligner of this invention.

[Drawing 2] It is the top view showing the outline configuration of a liquid feeder style and a liquid recovery device.

[Drawing 3] It is an important section expanded sectional view a feed hopper and near the recovery opening.

[Drawing 4] It is the mimetic diagram showing the behavior of a liquid.

[Drawing 5] It is the mimetic diagram showing the behavior of a liquid.

[Drawing 6] It is the mimetic diagram showing the behavior of a liquid.

[Drawing 7] It is drawing showing the shot field set up on the substrate.

[Drawing 8] It is the flow chart Fig. showing an example of the production process of a semiconductor device.

[Description of Notations]

[0095]

1 [ -- A feed hopper, 20 / -- A liquid recovery device, 22A / -- Recovery opening, AR1 / -- A projection field, AR2 / -- Immersion field / CONT / -- A mask, P / -- Substrate / PL -- Projection optics, S1-S12 -- Shot field / -- A control unit, EX -- An aligner, M ] -- A liquid, 10 -- A liquid feeder style, 13A -- A feed hopper, 14A

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[0094]

[Drawing 1] It is the outline block diagram showing 1 operation gestalt of the aligner of this invention.

[Drawing 2] It is the top view showing the outline configuration of a liquid feeder style and a liquid recovery device.

[Drawing 3] It is an important section expanded sectional view a feed hopper and near the recovery opening.

[Drawing 4] It is the mimetic diagram showing the behavior of a liquid.

[Drawing 5] It is the mimetic diagram showing the behavior of a liquid.

[Drawing 6] It is the mimetic diagram showing the behavior of a liquid.

[Drawing 7] It is drawing showing the shot field set up on the substrate.

[Drawing 8] It is the flow chart Fig. showing an example of the production process of a semiconductor device.

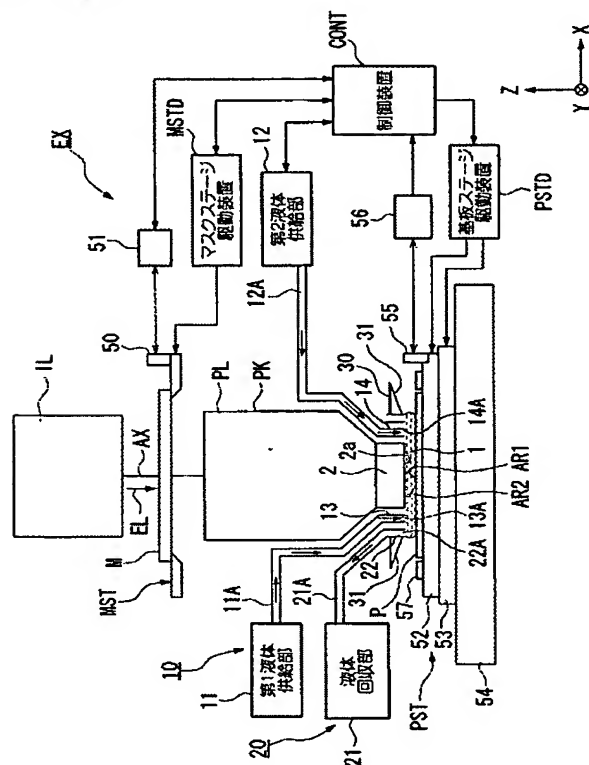
---

[Translation done.]

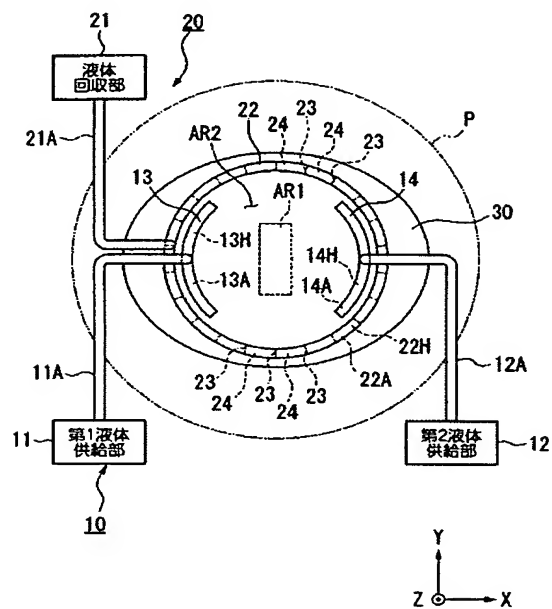
JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

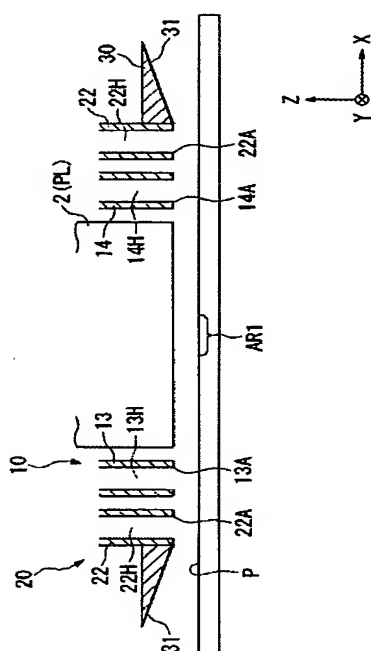
[Drawing 1]



[Drawing 2]

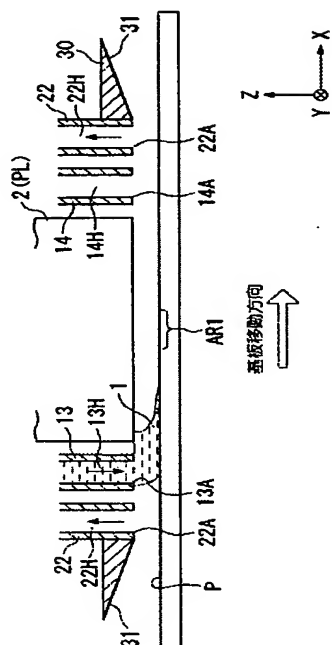


[Drawing 3]

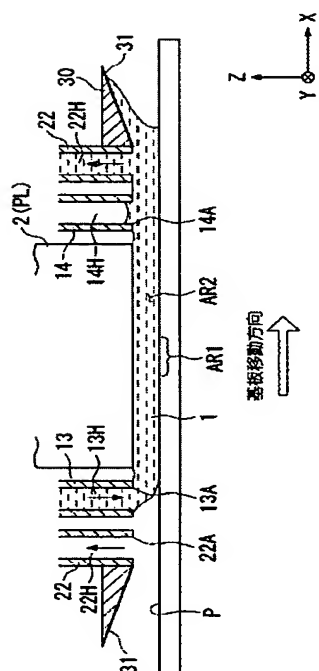


[Drawing 4]

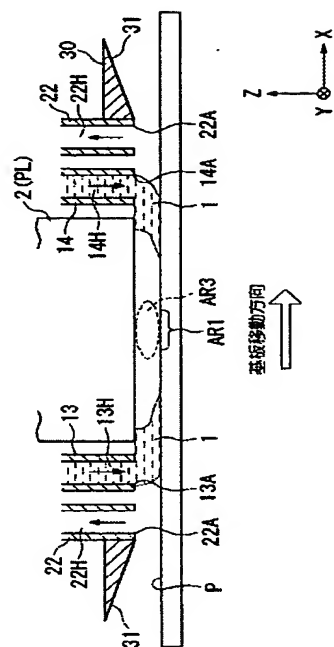




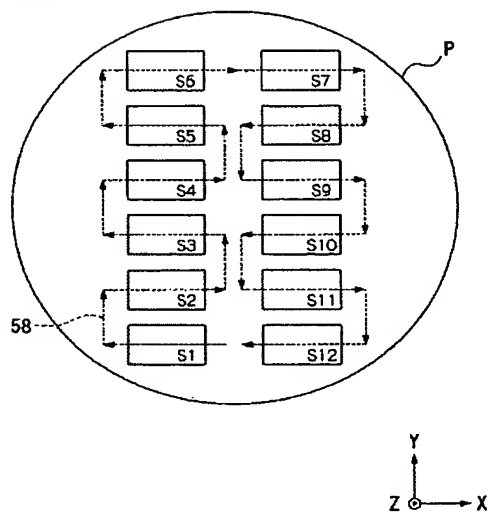
[Drawing 5]



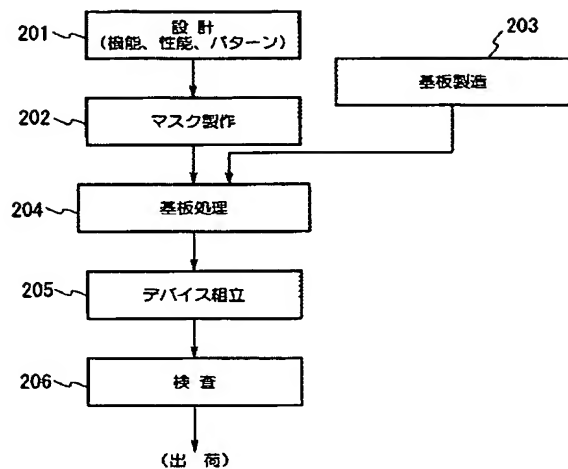
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



---

[Translation done.]

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-045232  
(43)Date of publication of application : 17.02.2005

(51)Int.Cl. H01L 21/027  
G03F 7/20

(21)Application number : 2004-200318 (71)Applicant : NIKON CORP  
(22)Date of filing : 07.07.2004 (72)Inventor : NAGASAKA HIROYUKI

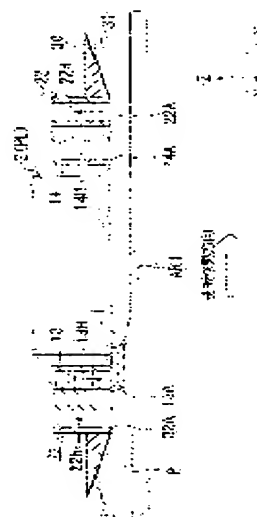
(30)Priority  
Priority number : 2003272616 Priority date : 09.07.2003 Priority country : JP

## (54) EXPOSURE DEVICE, EXPOSURE METHOD, AND METHOD FOR MANUFACTURING DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an exposure device which can quickly form a liquid immersion area between a projection optical system and a substrate while suppressing air bubbles or the like.

SOLUTION: The exposure device projects and exposes the image of a pattern on the substrate P via a liquid 1 in the liquid immersion area, which is formed on the substrate P, and the projection optical system PL. The exposure device has supply ports 13A, 14A, which are for supplying the liquid 1, on both sides of a projection area AR1 to which the image of the pattern is projected. The exposure device is provided with a liquid supply mechanism capable of simultaneously supplying the liquid from the supply ports 13A, 14A on both sides. The supply of the liquid 1 by the liquid supply mechanism is started only from the one supply port 13A of the supply ports 13A, 14A on both sides. The liquid can be supplied while moving an object arranged oppositely to the projection optical system, for example, the substrate. The space of the light path on the image face side of the projection optical system can be quickly filled with the liquid while suppressing the occurrence of the air bubbles or the like.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

JP 2005-45232 A 2005.2.17

(11) 特許出願公開番号

特開2005-45232

(P 2 0 0 5 - 4 5 2 3 2 A)

(43) 公開日 平成17年2月17日 (2005.2.17)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

H 0 1 L 21/027

G 0 3 F 7/20

F I

H 0 1 L 21/30

G 0 3 F 7/20

5 1 5 D

5 2 1

テーマコード(参考)

5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数50 O L (全22頁)

(21) 出願番号 特願2004-200318 (P2004-200318)

(22) 出願日 平成16年7月7日 (2004.7.7)

(31) 優先権主張番号 特願2003-272616 (P2003-272616)

(32) 優先日 平成15年7月9日 (2003.7.9)

(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

(74) 代理人 100108578

弁理士 高橋 詔男

(74) 代理人 100101465

弁理士 青山 正和

(74) 代理人 100107836

弁理士 西 和哉

(72) 発明者 長坂 博之

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

Fターム(参考) 5F046 BA04 BA05 CB01 CB26

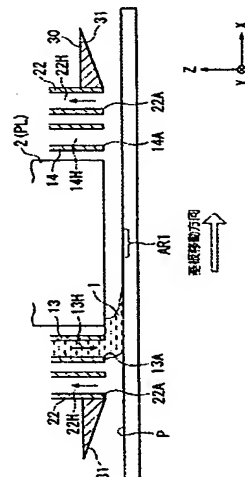
(54) 【発明の名称】 露光装置、露光方法、並びにデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 気泡等の発生を抑制しつつ投影光学系と基板との間に素早く液浸領域を形成できる露光装置を提供する。

【解決手段】 露光装置は、基板P上に形成された液浸領域の液体1と投影光学系PLとを介してパターンの像を基板P上に投影露光するものであって、パターンの像が投影される投影領域AR1の両側に、液体1を供給するための供給口13A、14Aを有し、両側の供給口13A、14Aから同時に供給可能な液体供給機構を備えている。液体供給機構による液体1の供給は、両側の供給口13A、14Aのうち一方の供給口13Aのみで開始される。投影光学系に対向して配置された物体、例えば基板を移動しながら、液体を供給してもよい。気泡等の発生を抑制しつつ投影光学系の像面側の光路空間を素早く液体で満たすことができる。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

液体を介して基板上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光装置であって：  
前記パターンの像を基板上に投影する投影光学系と；

前記投影光学系によりパターンの像が投影される投影領域の両側に液体を供給するための供給口をそれぞれ有し、それらの供給口から液体を供給する液体供給機構とを備え；

液体供給機構が液体の供給を開始するときは、液体供給機構は前記両側の供給口のうちの一方のみから液体を供給する露光装置。

## 【請求項 2】

前記基板上の複数のショット領域のそれぞれは、前記基板を所定の走査方向に移動しながら露光され、

前記供給口は、前記走査方向に関して前記投影領域の両側に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

## 【請求項 3】

前記液体供給機構による液体の供給は、前記基板を前記走査方向とほぼ平行に移動しながら開始されることを特徴とする請求項 2 に記載の露光装置。

## 【請求項 4】

前記液体供給機構による液体の供給は、前記基板を移動しながら開始されることを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

## 【請求項 5】

一側の供給口から液体の供給を開始した後、両側の供給口から液体の供給を開始することを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の露光装置。

## 【請求項 6】

前記両側の供給口から液体の供給を開始した後、前記基板の露光を開始することを特徴とする請求項 5 に記載の露光装置。

## 【請求項 7】

前記液体供給機構の前記一方の供給口が、他方の供給口よりも、基板の移動方向において後方に位置する請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の露光装置。

## 【請求項 8】

さらに、液体供給機構の両側の供給口のうちの一方のみから液体を供給するように液体供給機構を制御する制御装置を備える請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の露光装置。

## 【請求項 9】

さらに、基板を保持して移動する基板ステージを備え、前記制御装置は基板ステージの移動を制御する請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の露光装置。

## 【請求項 10】

前記液体供給機構が、前記両側の供給口から同時に液体を供給可能である請求項 1 に記載の露光装置。

## 【請求項 11】

液体を介して基板上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光方法であって：

露光動作前に、パターン像が投影される投影領域に、投影領域の一方の側から液体を供給開始することと；

露光動作中に、その投影領域の両方の側から液体を供給することと；

供給した液体を介して基板上にパターンの像を投影して基板を露光することを含む露光方法。

## 【請求項 12】

前記露光時に、前記基板を所定の走査方向に移動することを含む請求項 11 に記載の露光方法。

## 【請求項 13】

前記投影領域の一方の側から液体を供給開始するときに、基板を前記走査方向と平行な方向に移動することを含む請求項 11 又は 12 に記載の露光方法。

## 【請求項 14】

露光動作中に、投影領域の両方の側から異なる量の液体を供給することを含む請求項 1 1 ～ 1 3 のいずれか一項記載の露光方法。

## 【請求項 15】

液体を介して基板上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光装置であって：  
前記パターンの像を基板上に投影する投影光学系と；  
液体を供給するための供給口を有する液体供給機構と；  
前記基板を移動する基板移動装置とを備え；  
液体供給機構による液体の供給は、基板移動装置により基板を移動しながら開始される露光装置。

10

## 【請求項 16】

前記パターンの像が投影される投影領域と前記供給口とを結ぶ直線とほぼ平行に前記基板を移動しながら前記液体の供給が開始されることを特徴とする請求項 15 に記載の露光装置。

## 【請求項 17】

前記基板上の複数のショット領域のそれぞれは、前記基板を所定の走査方向に移動しながら露光され、

前記投影領域と前記供給口とを結ぶ直線は、前記走査方向とほぼ平行であることを特徴とする請求項 16 に記載の露光装置。

## 【請求項 18】

前記供給口は、前記パターンの像が投影される投影領域の両側に配置され、その両側の供給口からほぼ同時に供給を開始することを特徴とする請求項 15 ～ 17 のいずれか一項に記載の露光装置。

20

## 【請求項 19】

前記両側の供給口から異なる量で供給を開始することを特徴とする請求項 18 に記載の露光装置。

## 【請求項 20】

前記基板上の複数のショット領域のそれぞれは、前記基板を所定の走査方向に移動しながら露光され、前記液体の供給を開始するときの前記基板の移動方向は、前記複数のショット領域のうちの第 1 番目の被露光ショット領域を露光するときの前記基板の移動方向に  
30 応じて決定されることを特徴とする請求項 15 ～ 19 のいずれか一項に記載の露光装置。

## 【請求項 21】

前記液体の供給を開始するときの前記基板の移動方向は、液体が供給されるショット領域の露光における走査方向と逆である請求項 20 に記載の露光装置。

## 【請求項 22】

液体供給機構が液体の供給を開始するときは、基板の移動方向において後方に位置する供給口から液体を供給する請求項 21 に記載の露光装置。

## 【請求項 23】

前記供給口は、前記パターンの像が投影される投影領域の両側に配置され、その両側の供給口のうちの一方の供給口からのみ液体の供給が開始される請求項 15 ～ 22 のいずれ  
40 か一項に記載の露光装置。

## 【請求項 24】

さらに、液体供給機構による液体の供給が、基板移動装置により基板を移動しながら開始されるように液体供給機構を制御する制御装置を備える請求項 15 ～ 23 のいずれか一項に記載の露光装置。

## 【請求項 25】

前記基板移動装置が基板を保持して移動可能な基板ステージであり、前記制御装置は、基板ステージの移動を制御する請求項 24 に記載の露光装置。

## 【請求項 26】

液体を介して基板上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光方法であって： 50

露光動作前に、前記基板を移動しながらパターン像が投影される投影領域に液体供給を開始することと；

供給された液体を介して基板上にパターンの像を投影して基板を露光すること；を含む露光方法。

【請求項 27】

前記基板の露光時に、前記基板を所定の走査方向に移動し、前記投影領域と前記液体が供給される位置とを結ぶ直線は、前記走査方向とほぼ平行である請求項 26 に記載の露光方法。

【請求項 28】

前記露光動作前に、前記投影領域の両側から液体の供給が開始される請求項 26 又は請求項 27 に記載の露光方法。 10

【請求項 29】

前記露光動作前に、前記投影領域の一方の側から液体の供給が開始される請求項 26 又は請求項 27 に記載の露光方法。

【請求項 30】

前記基板上の複数のショット領域のそれぞれは、前記基板を所定の走査方向に移動しながら露光され、前記液体の供給を開始するときの前記基板の移動方向は、前記複数のショット領域のうちの第 1 番目の被露光ショット領域を露光するときの前記基板の移動方向に応じて決定される請求項 26 ～ 29 のいずれか一項に記載の露光方法。

【請求項 31】

液体を介して基板上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光装置であって：  
前記パターンの像を基板上に投影する投影光学系と；  
前記投影光学系によりパターンの像が投影される投影領域の両側に液体を供給するための供給口をそれぞれ有し、それらの供給口から液体を供給する液体供給機構とを備え；  
液体供給機構が液体の供給を開始するときは、液体供給機構は前記両側の供給口から異なる量の液体を供給する露光装置。 20

【請求項 32】

前記基板上の複数のショット領域のそれぞれは、前記基板を所定の走査方向に移動しながら露光され、  
前記供給口は、前記走査方向に関して前記投影領域の両側に配置されていることを特徴とする請求項 31 に記載の露光装置。 30

【請求項 33】

前記液体供給機構による液体の供給は、前記基板を移動しながら開始されることを特徴とする請求項 31 又は 32 に記載の露光装置。

【請求項 34】

さらに、液体供給機構の両側の供給口から異なる量の液体を供給するように液体供給機構を制御する制御装置を備える請求項 31 ～ 33 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 35】

さらに、基板を保持して移動する基板ステージを備え、前記制御装置は基ステージの移動を制御する請求項 31 ～ 34 のいずれか一項に記載の露光装置。 40

【請求項 36】

液体を介して基板上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光方法であって：  
露光動作前に、パターンの像が投影される投影領域の両側から異なる量の液体を供給開始することと；  
供給した液体を介して基板上にパターンの像を投影して基板を露光することを含む露光方法。

【請求項 37】

前記露光時に、前記基板は所定の走査方向に移動され、  
前記走査方向に関して前記投影領域の両側から異なる量の液体を供給開始することを含む請求項 36 に記載の露光方法。 50



## 【請求項 38】

液体を供給開始するとき、基板を所定方向に移動することを含む請求項 36 又は 37 に記載の露光方法。

## 【請求項 39】

液体を介して基板上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光装置であって、前記パターンの像を基板上に投影する投影光学系と；

投影光学系によりパターンの像が投影される投影領域の第 1 側と第 2 側に液体を供給するための供給口をそれぞれ有し、それらの供給口から液体を供給する液体供給機構とを備え；

液体供給機構が液体の供給を開始するときは、液体供給機構は前記第 1 側の供給口からのみ液体を供給する露光装置。 10

## 【請求項 40】

前記第 1 側からの液体供給を開始した後に、前記第 2 側からの液体供給を開始する請求項 39 の露光装置。

## 【請求項 41】

前記第 1 側と第 2 側は、投影領域の両側を含む請求項 39 又は 40 記載の露光装置。

## 【請求項 42】

液体を介して基板上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光装置であって、前記パターンの像を基板上に投影する投影光学系と；

投影光学系によりパターンの像が投影される投影領域の第 1 側と第 2 側に液体を供給するための供給口をそれぞれ有し、それらの供給口から液体を供給する液体供給機構とを備え； 20

液体供給機構が液体の供給を開始するときは、液体供給機構は第 1 側の供給口と第 2 供給口から異なる量の液体を供給する露光装置。

## 【請求項 43】

前記第 1 側と第 2 側は、投影領域の両側を含む請求項 42 記載の露光装置。

## 【請求項 44】

請求項 1 ～ 10、15 ～ 25、31 ～ 35、及び 39 ～ 43 のいずれか一項に記載の露光装置を用いることを特徴とするデバイス製造方法。

## 【請求項 45】

液体を介して基板上にパターンの像を投影光学系により投影し、前記基板を露光する露光方法であって： 30

露光動作前に、前記投影光学系の像面側に配置された物体を移動しながらパターン像が投影される投影領域に液体の供給を開始することと；

前記投影光学系と前記基板との間の液体を介して基板上にパターンの像を投影して基板を露光すること；を含む露光方法。

## 【請求項 46】

前記物体は、前記基板を含む請求項 45 に記載の露光方法。

## 【請求項 47】

前記液体の供給は、前記投影領域の第 1 側と第 2 側のうちの一方のみで開始され、その後、前記投影領域の第 1 側と第 2 側の両方から液体を供給する請求項 45 または 46 に記載の露光方法。 40

## 【請求項 48】

前記液体の供給は、前記投影領域の第 1 側と第 2 側の両方から開始される請求項 45 または 46 記載の露光方法。

## 【請求項 49】

前記液体の供給を開始するときは、前記投影領域の第 1 側と第 2 側の両方から異なる量の液体が供給される請求項 48 記載の露光方法。

## 【請求項 50】

前記投影領域の第 1 側と第 2 側は、前記投影領域の両側を含む請求項 47 ～ 49 のいず 50

れか一項記載の露光方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、投影光学系と基板との間に液浸領域を形成した状態で基板にパターンを露光する露光装置、露光方法、並びにデバイス製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスや液晶表示デバイスは、マスク上に形成されたパターンを感光性の基板上に転写する、いわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置は、マスクを支持するマスクステージと基板を支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。近年、デバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短いほど、また投影光学系の開口数が高いほど高くなる。そのため、露光装置で使用する露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長はKrFエキシマレーザの248nmであるが、更に短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度(DOF)も重要となる。解像度R、及び焦点深度δはそれぞれ以下の式で表される。

【0003】

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots (1)$$

$$\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots (2)$$

ここで、λは露光波長、NAは投影光学系の開口数、k<sub>1</sub>、k<sub>2</sub>はプロセス係数である。(1)式、(2)式より、解像度Rを高めるために、露光波長λを短くして、開口数NAを大きくすると、焦点深度δが狭くなることが分かる。

【0004】

焦点深度δが狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のフォーカスマージンが不足するおそれがある。そこで、実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば下記特許文献1に開示されている液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の下面と基板表面との間を水や有機溶媒等の液体で満たして液浸領域を形成し、液体中での露光光の波長が空気中の1/n(nは液体の屈折率で通常1.2～1.6程度)になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約n倍に拡大するというものである。

【特許文献1】国際公開第99/49504号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、例えば基板を基板ステージにロード後、基板ステージに載置された基板上に液浸領域を形成する際、スループット向上の観点から基板と投影光学系との間に液体を短時間で満たすことが要求される。また、液中に気泡等が存在すると基板上に形成されるパターンの像の劣化を招くため、気泡を存在させない状態で液浸領域を形成することが要求される。

【0006】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、気泡等の発生を抑制しつつ投影光学系と基板との間を素早く液体で満たすことができ、パターンの像の劣化を招くことなく高スループットで露光処理できる露光装置及びデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

10

20

30

40

50

上記の課題を解決するため、本発明は実施の形態に示す図 1 ～ 図 8 に対応付けした以下の構成を採用している。但し、各要素に付した括弧付き符号はその要素の例示に過ぎず、各要素を限定するものではない。

【 0 0 0 8 】

本発明の第 1 の態様に従えば、液体 ( 1 ) を介して基板 ( P ) 上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光装置であって、

前記パターンの像を基板 ( P ) 上に投影する投影光学系 ( P L ) と；

投影光学系 ( P L ) によりパターンの像が投影される投影領域 ( A R 1 ) の両側に液体 ( 1 ) を供給するための供給口 ( 1 3 A、1 4 A ) をそれぞれ有し、それらの供給口 ( 1 3 A、1 4 A ) から液体を供給する液体供給機構 ( 1 0 ) とを備え；

液体供給機構 ( 1 0 ) が液体 ( 1 ) の供給を開始するときは、液体供給機構 ( 1 0 ) は前記両側の供給口 ( 1 3 A、1 4 A ) のうちの一方のみから液体を供給する露光装置 ( E X ) が提供される。

10

【 0 0 0 9 】

また本発明の第 2 の態様に従えば、液体 ( 1 ) を介して基板 ( P ) 上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光方法であって、

露光動作前に、パターンの像が投影される投影領域 ( A R 1 ) に、投影領域の一方の側から液体 ( 1 ) を供給開始することと；

露光動作中に、その投影領域 ( A R 1 ) の両方の側から液体を供給することと；

供給した液体を介して基板 ( P ) 上にパターンの像を投影して基板を露光することを含む露光方法が提供される。

20

【 0 0 1 0 】

本発明の第 1 及び第 2 の態様によれば、例えば基板を基板ステージにロード後、投影領域の両側に配置された供給口のうち、一方の供給口のみから液体の供給を開始して液浸領域を形成することにより、気泡等の発生を抑えつつ液浸領域を素早く形成できる。投影領域の両側の供給口から同時に液体の供給を開始する場合に比べて、反対方向に進行する液体同士の衝突または干渉が生じ難くなるので液浸領域における気泡の残留が抑制され、また、液浸領域をより素早く且つ確実に液体で満たすことができる。この結果、気泡等を除去する処理が不要となり、また、投影光学系と基板との間の液浸領域に液体が十分に満たされる時間を短縮してスループットを向上することができる。

30

【 0 0 1 1 】

本発明の第 3 の態様に従えば、液体 ( 1 ) を介して基板 ( P ) 上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光装置であって、

前記パターンの像を基板 ( P ) 上に投影する投影光学系 ( P L ) と；

液体 ( 1 ) を供給するための供給口 ( 1 3 A、1 4 A ) を有する液体供給機構 ( 1 0 ) と；

前記基板 ( P ) を移動する基板移動装置 ( P S T ) とを備え；

液体供給機構 ( 1 0 ) による液体 ( 1 ) の供給は、基板移動装置 ( P S T ) により基板 ( P ) を移動しながら開始される露光装置 ( E X ) が提供される。

【 0 0 1 2 】

本発明の第 4 の態様に従えば、液体 ( 1 ) を介して基板 ( P ) 上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光方法であって；

露光動作前に、前記基板 ( P ) を移動しながらパターン像が投影される投影領域 ( A R 1 ) に液体の供給を開始することと；

供給された液体を介して基板 ( P ) 上にパターンの像を投影して基板を露光すること；を含む露光方法が提供される。

40

【 0 0 1 3 】

本発明の第 3 及び第 4 の態様によれば、例えば基板を基板ステージのような基板移動装置にロード後、基板を移動しながら液体供給機構の供給口より液体の供給を開始して液浸領域を形成することにより、気泡等の発生を抑えつつ液浸領域を素早く形成することがで

50

きる。特に、液浸領域を形成する際に基板を止めた状態で液体を供給する場合に比べて、投影光学系と基板との間に液体が十分に満たされるまで時間を短縮し、スループットを向上することができ、さらに、投影光学系と基板との間を液体でより確実に満たすことが可能となる。

【 0 0 1 4 】

本発明の第 5 の態様に従えば、液体 ( 1 ) を介して基板 ( P ) 上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光装置であって、

前記パターンの像を基板 ( P ) 上に投影する投影光学系 ( P L ) と；

投影光学系 ( P L ) によりパターンの像が投影される投影領域 ( A R 1 ) の両側に液体 ( 1 ) を供給するための供給口 ( 1 3 A、1 4 A ) をそれぞれ有し、それらの供給口 ( 1 3 A、1 4 A ) から液体を供給する液体供給機構 ( 1 0 ) とを備え；

液体供給機構 ( 1 0 ) が液体 ( 1 ) の供給を開始するときは、液体供給機構 ( 1 0 ) は前記両側の供給口 ( 1 3 A、1 4 A ) から異なる量の液体を供給する露光装置が提供される。

【 0 0 1 5 】

本発明の第 6 の態様に従えば、液体 ( 1 ) を介して基板 ( P ) 上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光方法であって；

露光動作前に、パターンの像が投影される投影領域の両側から異なる量の液体を供給開始することと；

供給した液体を介して基板上にパターンの像を投影して基板を露光することを含む露光方法が提供される。

【 0 0 1 6 】

本発明の第 5 及び第 6 の態様によれば、投影光学系と基板との間に液体が十分に満たされるまで時間を短縮し、スループットを向上することができ、さらに、気泡の残留を抑えつつ、投影光学系と基板との間を液体でより確実に満たすことが可能となる。

【 0 0 1 7 】

本発明の第 7 の態様に従えば、液体 ( 1 ) を介して基板 ( P ) 上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光装置であって、

前記パターンの像を基板 ( P ) 上に投影する投影光学系 ( P L ) と；

投影光学系 ( P L ) によりパターンの像が投影される投影領域 ( A R 1 ) の第 1 側と第 2 側に液体 ( 1 ) を供給するための供給口 ( 1 3 A、1 4 A ) をそれぞれ有し、それらの供給口 ( 1 3 A、1 4 A ) から液体を供給する液体供給機構 ( 1 0 ) とを備え；

液体供給機構 ( 1 0 ) が液体 ( 1 ) の供給を開始するときは、液体供給機構 ( 1 0 ) は前記第 1 側の供給口 ( 1 3 A ) から液体を供給する露光装置が提供される。

【 0 0 1 8 】

本発明の第 7 の態様によれば、投影光学系と基板との間に液体が十分に満たされるまで時間を短縮し、スループットを向上することができ、さらに、気泡の残留を抑えつつ、投影光学系と基板との間を液体でより確実に満たすことが可能となる。

【 0 0 1 9 】

本発明の第 8 の態様に従えば、液体 ( 1 ) を介して基板 ( P ) 上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光装置であって、

前記パターンの像を基板 ( P ) 上に投影する投影光学系 ( P L ) と；

投影光学系 ( P L ) によりパターンの像が投影される投影領域 ( A R 1 ) の第 1 側と第 2 側に液体 ( 1 ) を供給するための供給口 ( 1 3 A、1 4 A ) をそれぞれ有し、それらの供給口 ( 1 3 A、1 4 A ) から液体を供給する液体供給機構 ( 1 0 ) とを備え；

液体供給機構 ( 1 0 ) が液体 ( 1 ) の供給を開始するときは、液体供給機構 ( 1 0 ) は前記第 1 側の供給口 ( 1 3 A ) と前記第 2 供給口 ( 1 4 A ) から異なる量の液体を供給する露光装置が提供される。

【 0 0 2 0 】

本発明の第 8 の態様によれば、投影光学系と基板との間に液体が十分に満たされるまで

時間を短縮し、スループットを向上することができ、さらに、気泡の残留を抑えつつ、投影光学系と基板との間を液体でより確実に満たすことが可能となる。

【 0 0 2 1 】

本発明の第 9 の態様に従えば、液体 ( 1 ) を介して基板 ( P ) 上にパターンの像を投影光学系 ( P L ) により投影し、前記基板を露光する露光方法であって：

露光動作前に、前記投影光学系の像面側に配置された物体 ( P ) を移動しながらパターン像が投影される投影領域 ( A R 1 ) に液体の供給を開始することと；

投影光学系 ( P L ) と基板 ( P ) との間の液体 ( 1 ) を介して基板 ( P ) 上にパターンの像を投影して基板を露光すること；を含む露光方法が提供される。

【 0 0 2 2 】

本発明の第 9 の態様によれば、投影光学系の像面側の光路空間に液体が十分に満たされるまで時間を短縮し、スループットを向上することができ、さらに、気泡の残留を抑えつつ、投影光学系と基板との間を液体でより確実に満たすことが可能となる。

【 0 0 2 3 】

本発明の第 1 0 の態様に従えば、上記態様の露光装置 ( E X ) を用いることを特徴とするデバイス製造方法が提供される。本発明によれば、スループットを向上でき、良好なパターン精度で形成されたパターンを有するデバイスを提供できる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 4 】

本発明によれば、気泡等の発生を抑制しつつ投影光学系の像面側の光路空間を素早く液体で満たすことができるので、パターンの像の劣化を招くことなく高スループットで露光処理できる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 5 】

以下、本発明の露光装置の実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。

【 0 0 2 6 】

図 1 は本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。図 1 において、露光装置 E X は、マスク M を支持するマスクステージ M S T と、基板 P を支持する基板ステージ P S T と、マスクステージ M S T に支持されているマスク M を露光光 E L で照明する照明光学系 I L と、露光光 E L で照明されたマスク M のパターン像を基板ステージ P S T に支持されている基板 P に投影露光する投影光学系 P L と、露光装置 E X 全体の動作を統括制御する制御装置 C O N T とを備えている。

【 0 0 2 7 】

また、本実施形態の露光装置 E X は、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに焦点深度を実質的に広くするために液浸法を適用した液浸露光装置であって、基板 P 上に液体 1 を供給する液体供給機構 1 0 と、基板 P 上の液体 1 を回収する液体回収機構 2 0 とを備えている。露光装置 E X は、少なくともマスク M のパターン像を基板 P 上に転写している間、液体供給機構 1 0 から供給した液体 1 により投影光学系 P L の投影領域 A R 1 を含む基板 P 上の一部に液浸領域 A R 2 を形成する。具体的には、露光装置 E X は、投影光学系 P L の先端部の光学素子 2 と基板 P の表面との間に液体 1 を満たし、この投影光学系 P L と基板 P との間の液体 1 及び投影光学系 P L を介してマスク M のパターン像を基板 P 上に投影し、基板 P を露光する。

【 0 0 2 8 】

ここで、本実施形態では、露光装置 E X としてマスク M と基板 P とを走査方向における互いに異なる向き ( 逆方向 ) に同期移動しつつマスク M に形成されたパターンを基板 P に露光する走査型露光装置 ( 所謂スキャニングステッパ ) を使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、投影光学系 P L の光軸 A X と一致する方向を Z 軸方向、Z 軸方向に垂直な平面内でマスク M と基板 P との同期移動方向 ( 走査方向 ) を X 軸方向、Z 軸方向及び X 軸方向に垂直な方向 ( 非走査方向 ) を Y 軸方向とする。また、X 軸、Y 軸、及び

10

20

30

40

50

Z 軸まわりの回転（傾斜）方向をそれぞれ、 $\theta X$ 、 $\theta Y$ 、及び  $\theta Z$  方向とする。なお、ここでいう「基板」は半導体ウエハ上に感光性材料であるフォトレジストを塗布したものを含み、「マスク」は基板上に縮小投影されるデバイスパターンが形成されたレチクルを含む。

#### 【 0 0 2 9 】

照明光学系 I L はマスクステージ M S T に支持されているマスク M を露光光 E L で照明するものであり、露光用光源、露光用光源から射出された光束の照度を均一化するオブティカルインテグレータ、オブティカルインテグレータからの露光光 E L を集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、露光光 E L によるマスク M 上の照明領域をスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。マスク M 上の所定の照明領域は照明光学系 I L により均一な照度分布の露光光 E L で照明される。照明光学系 I L から射出される露光光 E L としては、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g 線、h 線、i 線）及び K r F エキシマレーザ光（波長 2 4 8 n m）等の遠紫外光（D U V 光）や、A r F エキシマレーザ光（波長 1 9 3 n m）及び F<sub>2</sub> レーザ光（波長 1 5 7 n m）等の真空紫外光（V U V 光）などが用いられる。本実施形態においては A r F エキシマレーザ光が用いられる。

10

#### 【 0 0 3 0 】

マスクステージ M S T はマスク M を支持するものであって、投影光学系 P L の光軸 A X に垂直な平面内、すなわち X Y 平面内で 2 次元移動可能及び  $\theta Z$  方向に微小回転可能である。マスクステージ M S T はリニアモータ等のマスクステージ駆動装置 M S T D により駆動される。マスクステージ駆動装置 M S T D は制御装置 C O N T により制御される。マスクステージ M S T 上には移動鏡 5 0 が設けられている。また、移動鏡 5 0 に対向する位置にはレーザ干渉計 5 1 が設けられている。マスクステージ M S T 上のマスク M の 2 次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計 5 1 によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T はレーザ干渉計 5 1 の計測結果に基づいてマスクステージ駆動装置 M S T D を駆動することでマスクステージ M S T に支持されているマスク M の位置決めを行う。

20

#### 【 0 0 3 1 】

投影光学系 P L はマスク M のパターンを所定の投影倍率  $\beta$  で基板 P に投影露光するものであって、基板 P 側の先端部に設けられた光学素子（レンズ）2 を含む複数の光学素子で構成されており、これら光学素子は鏡筒 P K で支持されている。本実施形態において、投影光学系 P L は、投影倍率  $\beta$  が例えば  $1/4$  あるいは  $1/5$  の縮小系である。なお、投影光学系 P L は等倍系及び拡大系のいずれでもよい。また、本実施形態の投影光学系 P L の先端部の光学素子 2 は鏡筒 P K に対して着脱（交換）可能に設けられており、光学素子 2 には液浸領域 A R 2 の液体 1 が接触する。

30

#### 【 0 0 3 2 】

光学素子 2 は蛍石で形成されている。蛍石は水との親和性が高いので、光学素子 2 の液体接触面 2 a のほぼ全面に液体 1 を密着させることができる。すなわち、本実施形態においては光学素子 2 の液体接触面 2 a との親和性が高い液体（水）1 を供給するようにしているので、光学素子 2 の液体接触面 2 a と液体 1 との密着性が高く、光学素子 2 と基板 P との間の光路を液体 1 で確実に満たすことができる。なお、光学素子 2 は水との親和性が高い石英であってもよい。また光学素子 2 の液体接触面 2 a に親水化（親液化）処理を施して、液体 1 との親和性をより高めるようにしてもよい。

40

#### 【 0 0 3 3 】

基板ステージ P S T は基板 P を支持するものであって、基板 P を基板ホルダを介して保持する Z ステージ 5 2 と、Z ステージ 5 2 を支持する X Y ステージ 5 3 と、X Y ステージ 5 3 を支持するベース 5 4 とを備えている。基板ステージ P S T はリニアモータ等の基板ステージ駆動装置 P S T D により駆動される。基板ステージ駆動装置 P S T D は制御装置 C O N T により制御される。Z ステージ 5 2 を駆動することにより、Z ステージ 5 2 に保持されている基板 P の Z 軸方向における位置（フォーカス位置）、及び  $\theta X$ 、 $\theta Y$  方向における位置が制御される。また、X Y ステージ 5 3 を駆動することにより、基板 P の X Y

50

方向における位置（投影光学系 P L の像面と実質的に平行な方向の位置）が制御される。すなわち、Z ステージ 5 2 は、基板 P のフォーカス位置及び傾斜角を制御して基板 P の表面をオートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で投影光学系 P L の像面に合わせ込み、X Y ステージ 5 3 は基板 P の X 軸方向及び Y 軸方向における位置決めを行う。なお、Z ステージと X Y ステージとを一体的に設けてよいことは言うまでもない。

【 0 0 3 4 】

基板ステージ P S T （Z ステージ 5 2）上には、基板ステージ P S T とともに投影光学系 P L に対して移動する移動鏡 5 5 が設けられている。また、移動鏡 5 5 に対向する位置にはレーザ干渉計 5 6 が設けられている。基板ステージ P S T 上の基板 P の 2 次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計 5 6 によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T はレーザ干渉計 5 6 の計測結果に基づいて基板ステージ駆動装置 P S T D を駆動することで基板ステージ P S T に支持されている基板 P の位置決めを行う。

10

【 0 0 3 5 】

また、基板ステージ P S T （Z ステージ 5 2）上には、基板 P を囲むように補助プレート 5 7 が設けられている。補助プレート 5 7 は基板ホルダに保持された基板 P の表面とほぼ同じ高さの平面を有している。ここで、基板 P のエッジと補助プレート 5 7 との間には 0 . 1 ～ 2 m m 程度の隙間があるが、液体 1 の表面張力によりその隙間に液体 1 が流れ込むことはほとんどなく、基板 P の周縁近傍を露光する場合にも、補助プレート 5 7 により投影光学系 P L の下に液体 1 を保持することができる。

20

【 0 0 3 6 】

液体供給機構 1 0 は所定の液体 1 を基板 P 上に供給するものであって、液体 1 を供給可能な第 1 液体供給部 1 1 及び第 2 液体供給部 1 2 と、第 1 液体供給部 1 1 に流路を有する供給管 1 1 A を介して接続され、この第 1 液体供給部 1 1 から送出された液体 1 を基板 P 上に供給する供給口 1 3 A を有する第 1 供給部材 1 3 と、第 2 液体供給部 1 2 に流路を有する供給管 1 2 A を介して接続され、この第 2 液体供給部 1 2 から送出された液体 1 を基板 P 上に供給する供給口 1 4 A を有する第 2 供給部材 1 4 とを備えている。第 1、第 2 供給部材 1 3、1 4 は基板 P の表面に近接して配置されており、基板 P の面方向において互いに異なる位置に設けられている。具体的には、液体供給機構 1 0 の第 1 供給部材 1 3 は投影領域 A R 1 に対して走査方向一方側（- X 側）に設けられ、第 2 供給部材 1 4 は他方側（+ X 側）に設けられている。

30

【 0 0 3 7 】

第 1、第 2 液体供給部 1 1、1 2 のそれぞれは、液体 1 を収容するタンク、及び加圧ポンプ等を備えており、供給管 1 1 A、1 2 A 及び供給部材 1 3、1 4 のそれぞれを介して基板 P の上方から液体 1 を供給する。また、第 1、第 2 液体供給部 1 1、1 2 の液体供給動作は制御装置 C O N T により制御され、制御装置 C O N T は第 1、第 2 液体供給部 1 1、1 2 による基板 P 上に供給する単位時間あたりの液体供給量をそれぞれ独立して制御可能である。

【 0 0 3 8 】

本実施形態において、液体 1 には純水が用いられる。純水は A r F エキシマレーザ光のみならず、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g 線、h 線、i 線）及び K r F エキシマレーザ光（波長 2 4 8 n m）等の遠紫外光（D U V 光）も透過可能である。

40

【 0 0 3 9 】

液体回収機構 2 0 は基板 P 上の液体 1 を回収するものであって、基板 P の表面に近接して配置された回収口 2 2 A を有する回収部材 2 2 と、この回収部材 2 2 に流路を有する回収管 2 1 A を介して接続された液体回収部 2 1 とを備えている。液体回収部 2 1 は例えば真空ポンプ等の吸引装置、及び回収した液体 1 を収容するタンク等を備えており、基板 P 上の液体 1 を回収部材 2 2 及び回収管 2 1 A を介して回収する。液体回収部 2 1 の液体回収動作は制御装置 C O N T により制御され、制御装置 C O N T は液体回収部 2 1 による単位時間あたりの液体回収量を制御可能である。

50

## 【 0 0 4 0 】

また、液体回収機構 20 の回収部材 22 の外側には、液体 1 を捕捉する所定長さの液体トラップ面 31 が形成されたトラップ部材 30 が配置されている。

## 【 0 0 4 1 】

図 2 は液体供給機構 10 及び液体回収機構 20 の概略構成を示す平面図である。図 2 に示すように、投影光学系 PL の投影領域 AR1 は Y 軸方向（非走査方向）を長手方向とする矩形状に設定されており、液体 1 が満たされた液浸領域 AR2 は投影領域 AR1 を含むように基板 P 上の一部に形成されている。そして、投影領域 AR1 の液浸領域 AR2 を形成するための液体供給機構 10 の第 1 供給部材 13 は投影領域 AR1 に対して走査方向一方側（-X 側）に設けられ、第 2 供給部材 14 は他方側（+X 側）に設けられている。 10

## 【 0 0 4 2 】

第 1、第 2 供給部材 13、14 は、第 1、第 2 液体供給部 11、12 から送出された液体 1 を流通する内部空間 13H、14H と、内部空間 13H、14H を流通した液体 1 を基板 P 上に供給する供給口 13A、14A とをそれぞれ有している。第 1、第 2 供給部材 13、14 の供給口 13A、14A はそれぞれ平面視略円弧スリット状に形成されており、この供給口 13A、14A の Y 軸方向におけるサイズは、少なくとも投影領域 AR1 の Y 軸方向におけるサイズより大きくなるように設定されている。平面視略円弧状に形成されている供給口 13A、14A は走査方向（X 方向）に関して投影領域 AR1 を挟むように配置されている。すなわち、投影領域 AR1 の中心と供給口 13A 及び 14A の Y 軸方向の各中央部とを結ぶ直線は X 軸方向とほぼ平行となっている。液体供給機構 10 は、供給口 13A、14A より、投影領域 AR1 の両側で液体 1 を同時に供給可能である。 20

## 【 0 0 4 3 】

液体回収機構 20 の回収部材 22 は二重環状部材であって、基板 P の表面に向くように環状に連続的に形成された回収口 22A と、回収口 22A から回収された液体 1 を流通する環状の内部空間（内部流路）22H とを有している。液体回収機構 20 の回収部材 22 は液体回収機構 10 の供給部材 13、14、及び投影領域 AR1 を取り囲むように配置されている。回収部材 22 の内部にはこの内部空間 22H を周方向において複数の空間（分割空間）24 に分割する仕切部材 23 が所定間隔で設けられている。仕切部材 23 により分割された分割空間 24 のそれぞれは上部で貫通している。回収部材 22 のうち、回収口 22A を有する下端部は基板 P の表面に近接され、一方、上端部は複数の分割空間 24 を空間的に集合する集合空間部（マニホールド部）となっている。このマニホールド部に回収管 21A の一端部が接続され、他端部が液体回収部 21 に接続されている。液体回収機構 20 は、液体回収部 21 を駆動することにより、回収口 22A（回収部材 22）及び回収管 21A を介して基板 P 上の液体 1 を回収する。ここで、液体回収機構 20 の回収口 22A は平面視略円環状であって供給口 13A、14A、及び投影領域 AR1 を取り囲んでいる。なお、回収部材 22 は、円環状部材に限られず、例えば +X 側と -X 側とのそれぞれに分割された円弧状部材を組み合わせたものでもよい。 30

## 【 0 0 4 4 】

図 3 は、基板 P に近接して配置された第 1、第 2 供給部材 13、14、及び回収部材 22 を示す要部拡大側断面図である。図 3 に示すように、第 1、第 2 供給部材 13、14 それぞれの内部流路 13H、14H は基板 P の表面に対してほぼ垂直に設けられている。同様に、液体回収機構 20 の回収部材 22 の内部流路 22H も基板 P の表面に対してほぼ垂直に設けられている。第 1、第 2 供給部材 13、14 による基板 P に対する液体 1 の供給位置（供給口 13A、14A の設置位置）は、液体回収機構 20 の液体回収位置（回収口 22A の設置位置）と投影領域 AR1 との間に設定されている。また、本実施形態では、供給口 13A、14A、回収口 22A、及び投影光学系 PL の下端面それぞれの Z 軸方向における位置（高さ）は同じに設定されている。 40

## 【 0 0 4 5 】

ここで、液体供給機構 10 及び液体回収機構 20 を構成する各部材のうち少なくとも液体 1 が流通する部材は、例えばポリ四フッ化エチレン等の合成樹脂により形成されている 50



。これにより、液体 1 に不純物が含まれることを抑制できる。あるいは、ステンレス鋼などの金属で形成されていてもよい。また、その流路表面に銀を含む材料をコーティングしてもよい。銀は液体 1 に対する親和性を有するのみならず、抗菌性にも優れており、液体 1 及びその周辺部材の汚染（微生物の繁殖等）を抑制することができる。液体 1 が流通する部材自体を銀を含む材料により形成してもよい。また、液体 1 が流通する部材が合成樹脂等である場合には、その流路表面に銀（あるいは銀微粒子）を埋め込んで配置する構成とすることができる。

【 0 0 4 6 】

液体回収機構 20 の回収部材 22 のうち投影領域 A R 1 に対して外側には、液体回収機構 20 の回収部材 22 で回収しきれなかった液体 1 を捕捉する所定長さの液体トラップ面 31 が形成されたトラップ部材 30 が設けられている。トラップ部材 30 は回収部材 22 の外側面に取り付けられている。トラップ面 31 はトラップ部材 30 のうち基板 P 側を向く面（すなわち下面）であって、図 3 に示すように、水平面に対して傾斜している。具体的には、トラップ面 31 は投影領域 A R 1（液浸領域 A R 2）に対して外側に向かうにつれて基板 P の表面に対して離れるように（上に向かうように）傾斜している。トラップ部材 30 は、例えばステンレス等の金属により形成されている。

【 0 0 4 7 】

図 2 に示すように、トラップ部材 30 は平面視環状部材であって、回収部材 22 に嵌合するように回収部材 22 の外側面に接続されている。本実施形態におけるトラップ部材 30 及びこの下面のトラップ面 31 は平面視略楕円形状となっており、走査方向（X 軸方向）におけるトラップ面 31 の長さが、非走査方向（Y 軸方向）に対して長くなっている。

【 0 0 4 8 】

トラップ面 31 には、液体 1 との親和性を高める親液化処理（親水化処理）が施されている。本実施形態において、液体 1 は水であるため、トラップ面 31 には水との親和性に応じた表面処理が施されている。なお、基板 P の表面には撥水性（接触角  $70 \sim 80^\circ$  程度）の A r F エキシマレーザ用の感光材（例えば、東京応化工業株式会社製 T A R F - P 6100）が塗布されており、トラップ面 31 の液体 1 に対する液体親和性が基板 P の表面に塗布された感光材の液体 1 に対する液体親和性よりも高くなっている。トラップ面 31 に対する表面処理は液体 1 の極性に依拠して行われる。本実施形態における液体 1 は極性の大きい水であるため、トラップ面 31 に対する親水化処理として、例えばアルコールなど極性の大きい分子構造の物質で薄膜を形成することで、このトラップ面 31 に対して親水性を付与する。このように、液体 1 として水を用いる場合にはトラップ面 31 に O H 基など極性の大きい分子構造を持ったものを表面に配置させる処理が望ましい。ここで、表面処理のための薄膜は液体 1 に対して非溶解性の材料により形成される。また、親液化処理は、使用する液体 1 の材料特性に依拠してその処理条件を適宜変更する。

【 0 0 4 9 】

次に、上述した露光装置 E X を用いてマスク M のパターン像を基板 P に露光する方法について説明する。

【 0 0 5 0 】

図 1 に戻って、本実施形態における露光装置 E X は、マスク M と基板 P とを X 軸方向（走査方向）に移動しながらマスク M のパターン像を基板 P に投影露光するものであって、走査露光時には、投影光学系 P L の先端部直下の矩形状の投影領域 A R 1 にマスク M の一部のパターン像が投影され、投影光学系 P L に対して、マスク M が - X 方向（又は + X 方向）に速度 V で移動するのに同期して、X Y ステージ 53 を介して基板 P が + X 方向（又は - X 方向）に速度  $\beta \cdot V$ （ $\beta$  は投影倍率）で移動する。そして、図 7 の平面図に示すように、基板 P 上には複数のショット領域 S 1 ~ S 12 が設定されており、1 つのショット領域の露光終了後に、基板 P のステッピング移動によって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で基板 P を移動しながら各ショット領域に対する走査露光処理が順次行われる。なお、本実施形態では、制御装置 C O N T は、投影光学系 P L の光軸 A X が基板のショット領域 S 1 ~ S 12 に相対して図 7 の破線矢

10

20

30

40

50

印 5 8 に沿って進むようにレーザ干渉計 5 6 の出力をモニタしつつ X Y ステージ 5 3 を移動するものとする。

【 0 0 5 1 】

図 3 は基板ステージ P S T に基板 P がロード（搬入）された直後の状態を示している。基板 P が基板ステージ P S T にロードされた後、液浸領域 A R 2 を形成するために、制御装置 C O N T は、基板 P を移動しながら、液体供給機構 1 0 による液体 1 の供給を開始する。このとき、制御装置 C O N T は、液体回収機構 2 0 の駆動も開始する。制御装置 C O N T は、基板ステージ P S T を介して基板 P の移動を開始した後、投影光学系 P L の投影領域 A R 1 の両側に設けられた供給口 1 3 A、1 4 A のうち、一方の供給口のみで液体 1 の供給を開始する。このとき、制御装置 C O N T は、液体供給機構 1 0 の第 1、第 2 液体供給部 1 1、1 2 の液体供給動作を制御し、走査方向に関して投影領域 A R 1 の手前から液体 1 を供給する。 10

【 0 0 5 2 】

図 4 は、液体 1 の供給を開始した直後の状態を示す模式図である。図 4 に示すように、本実施形態では、基板 P は + X 方向に移動され、供給口 1 3 A のみから液体 1 の供給が開始される。ここで、供給口 1 3 A から液体 1 の供給を開始するタイミングは、基板 P の移動開始後、この基板 P が加速移動中でもよいし等速移動中でもよい。そして、制御装置 C O N T は、基板 P を所定速度でほぼ等速移動しつつ、供給口 1 3 A からの単位時間あたりの液体供給量をほぼ一定にした状態で基板 P 上に供給する。投影領域 A R 1 に対して - X 側に配置されている供給口 1 3 A、換言すれば、基板移動方向の後方に配置されている供給口 1 3 A から供給された液体 1 は、+ X 方向に移動する基板 P に引っ張られるようにして、投影光学系 P L と基板 P との間に素早く配置される。 20

【 0 0 5 3 】

図 5 は、投影光学系 P L と基板 P との間の空間に液体 1 が満たされた状態を示す模式図である。図 5 に示すように、供給口 1 3 A から供給された液体 1 は、投影光学系 P L と基板 P との間に円滑に配置される。このとき、液体回収機構 2 0 の回収口 2 2 A の - X 側の領域は気体（空気）のみを回収しており、+ X 側の領域は液体（あるいは気体及び液体）を回収している。

【 0 0 5 4 】

基板 P が + X 方向に移動することにより、投影領域 A R 1 に対して + X 側に移動する液体量が増し、回収口 2 2 A の + X 側の領域で液体 1 を全て回収できない場合があるが、+ X 側の回収口 2 2 A で回収しきれなかった液体 1 はこの液体回収位置より + X 側（投影領域 A R 1 に対して外側）に設けられているトラップ部材 3 0 のトラップ面 3 1 で捕捉されるため、基板 P の周囲等に流出したり飛散したりすることがない。また、+ X 側の供給口 1 4 A は液体 1 を供給していないので、+ X 側の回収口 2 2 A に流れる液体量が低減されている。したがって、回収口 2 2 A で液体 1 を回収しきれずに液体 1 が流出するといった不都合の発生を抑えることができる。 30

【 0 0 5 5 】

そして、一方の供給口 1 3 A からの液体供給により液浸領域 A R 2 が形成された後、制御装置 C O N T は、両側の供給口 1 3 A、1 4 A から液体 1 の供給を開始し、その後、基板 P の各ショット領域 S 1 ~ S 1 2 の露光処理を開始する。 40

【 0 0 5 6 】

露光処理では、制御装置 C O N T は、液体供給機構 1 0 の第 1、第 2 液体供給部 1 1、1 2 のそれぞれを駆動し、供給口 1 3 A、1 4 A より液体 1 を基板 P 上に同時に供給する。供給口 1 3 A、1 4 A から基板 P 上に供給された液体 1 は投影領域 A R 1 より広い範囲の液浸領域 A R 2 を形成する。

【 0 0 5 7 】

露光処理中、制御装置 C O N T は、液体供給機構 1 0 の第 1、第 2 液体供給部 1 1、1 2 の液体供給動作を制御し、走査方向に関して、投影領域 A R 1 の手前から供給する単位時間あたりの液体供給量を、その反対側で供給する液体供給量よりも多く設定する。例え 50

ば、基板 P を + X 方向に移動しつつ露光処理する場合、制御装置 C O N T は、投影領域 A R 1 に対して - X 側（すなわち供給口 1 3 A）からの液体量を、+ X 側（すなわち供給口 1 4 A）からの液体量より多くし、一方、基板 P を - X 方向に移動しつつ露光処理する場合、投影領域 A R 1 に対して + X 側からの液体量を、- X 側からの液体量より多くする。なお、供給口 1 3 A から基板 P 上に供給する液体量と、供給口 1 4 A から基板 P 上に供給する液体量とはほぼ同量に設定されてもよい。

【 0 0 5 8 】

また、制御装置 C O N T は、液体回収機構 2 0 の液体回収部 2 1 を駆動し、液体供給機構 1 0 による液体 1 の供給動作と並行して、基板 P 上の液体回収動作を行う。これにより、供給口 1 3 A、1 4 A より投影領域 A R 1 に対して外側に流れる基板 P 上の液体 1 は、回収口 2 2 A より回収される。回収口 2 2 A から回収された液体 1 は回収管 2 1 A を通って液体回収部 2 1 に回収される。そして、制御装置 C O N T は、基板 P を支持する基板ステージ P S T を X 軸方向（走査方向）に移動しながら、マスク M のパターン像を投影光学系 P L と基板 P との間の液体 1 及び投影光学系 P L を介して基板 P 上に投影露光する。このとき、液体供給機構 1 0 は走査方向に関して投影領域 A R 1 の両側から供給口 1 3 A、1 4 A を介して液体 1 の供給を同時に行っているため、液浸領域 A R 2 は均一且つ良好に形成され、基板 P の走査方向が + X 方向と - X 方向とに交互に切り替わる場合にも、供給口 1 3 A、1 4 A からの供給を続けることが可能となる。

【 0 0 5 9 】

基板 P 上の第 1 ショット領域 S 1 を露光するときに基板 P は + X 方向に移動する。基板 P が + X 方向に移動することにより、投影領域 A R 1 に対して + X 側に移動する液体量が増し、+ X 側に液体回収位置を設けられている回収口 2 2 A が液体 1 を全て回収できない場合がある。ところが、+ X 側の回収口 2 2 A で回収しきれなかった液体 1 はこの液体回収位置より + X 側に設けられているトラップ部材 3 0 のトラップ面 3 1 で捕捉されるため、基板 P の周囲等に流出したり飛散したりすることがない。ここで、トラップ面 3 1 は液体 1 に対して親液化処理されており、しかも基板 P の表面より高い液体親和性を有しているため、回収口 2 2 A の液体回収位置より外側に流出しようとする液体 1 は、基板 P 側に引っ張られずにトラップ面 3 1 側に引っ張られる。これにより、基板 P 上に液体 1 が残存する等の不都合の発生が抑えられている。

【 0 0 6 0 】

第 1 のショット領域の露光処理が終了したら、制御装置 C O N T は、投影光学系 P L の投影領域 A R 1 を前記第 1 のショット領域とは別の第 2 のショット領域に配置するために、基板 P をステップ移動する。具体的には、例えばショット領域 S 1 に対する走査露光処理終了後、ショット領域 S 2 に対して走査露光処理するために、制御装置 C O N T は基板 P 上の 2 つのショット領域 S 1、S 2 間で Y 軸方向にステップ移動する。ステップ移動中でも、制御装置 C O N T は液体供給機構 1 0 による基板 P 上に対する液体供給動作を持続する。そして、基板 P を - X 方向に移動しながらショット領域 S 2 に対する露光が行われる。以下、複数のショット領域 S 3 ~ S 1 2 のそれぞれに対する露光処理が順次行われる。

【 0 0 6 1 】

以上説明したように、基板 P を基板ステージ P S T にロード後、投影領域 A R 1 の両側に配置された供給口 1 3 A、1 4 A のうち、一方の供給口 1 3 A のみから液体 1 の供給を開始して液浸領域 A R 2 を形成することにより、気泡等の発生を抑えつつ液浸領域 A R 2 を素早く形成できる。図 6 の模式図に示すように、基板 P を停止した状態で、両側の供給口 1 3 A、1 4 A から同時に液体 1 の供給を開始することも考えられるが、その場合、両側の供給口 1 3 A、1 4 A から供給された液体 1 どうしが衝突または干渉しあって、液浸領域の形成予定領域の例えば中央部 A R 3 が液体 1 で満たされなかったり、気泡等が生じる可能性がある。しかしながら、一方の供給口 1 3 A のみから液体 1 の供給を開始することにより、液浸領域 A R 2 を素早く円滑に形成できる。

【 0 0 6 2 】

なお、上記実施形態では、供給口 13 A から基板 P 上に対する液体 1 の供給を開始する前に基板 P の移動を開始しているが、液体 1 の供給を開始して所定時間経過後、あるいは液体 1 の供給の開始とほぼ同時に、基板 P の移動を開始するようにしてもよい。こうすることによっても、液浸領域 A R 2 を素早く円滑に形成することができる。

【 0 0 6 3 】

また、両側の供給口 13 A、14 A のうちいずれか一方の供給口のみから液体 1 を供給する際、基板 P を停止した状態で供給するようにしてもよい。基板 P を移動しながら液体 1 を供給する場合に比べて液浸領域 A R 2 の形成が完了するまでの時間がかかる可能性があるが、基板 P を停止した状態で両側の供給口 13 A、14 A から同時に液体 1 を供給する場合に比べて気泡等の発生を抑え、投影光学系 P L と基板 P との間の領域の中央部 A R 3 に液体 1 が円滑に満たされない不都合の発生を抑えることができる。

10

【 0 0 6 4 】

一方、基板 P を移動しながら液体 1 を供給する場合、両側の供給口 13 A、14 A からほぼ同時に液体 1 の供給を開始することができる。この場合、基板 P が移動しているので、投影光学系 P L と基板 P との間の領域の中央部 A R 3 に液体 1 が円滑に満たされない不都合の発生を抑えることができる。

【 0 0 6 5 】

また、両側の供給口 13 A、14 A のそれぞれから基板 P 上に液体 1 を供給する際、両側の供給口 13 A、14 A から異なる量で供給を開始することができる。例えば、上記実施形態のように基板 P を + X 方向に移動しながら液体 1 の供給を開始する場合、投影領域 A R 1 に対して - X 側の供給口 13 A からの単位時間あたりの液体供給量を、+ X 側の供給口 14 A からの単位時間あたりの液体供給量より多くする。こうすることにより、投影光学系 P L と基板 P との間の領域の中央部 A R 3 近傍に液体 1 が満たされない不都合の発生を抑えつつ、液浸領域 A R 2 における気泡の発生を抑制することができる。すなわち、図 5 に示したように、+ X 側の供給口 14 A が液体 1 を供給していない場合、この供給口 14 A の供給部材 14 の内部空間 14 H は気体（空気）で満たされている状態であるため、この気体の一部が供給口 14 A を介して液浸領域 A R 2 に浸入する不都合が生じる可能性がある。しかしながら、供給口 14 A から微量の液体 1 を基板 P 上に供給するようにし、この供給部材 14 の内部空間 14 H を液体 1 で満たしておくことにより、露光処理前の液浸領域形成動作時や、あるいは露光処理開始時において供給口 14 A から液体 1 の供給を開始した際に液浸領域 A R 2 に内部空間 14 H の気体が浸入するといった不都合の発生を防止することができる。

20

30

【 0 0 6 6 】

また、基板 P を移動しながら両側の供給口 13 A、14 A から液体 1 をほぼ同時に供給する場合、基板 P を X 軸方向に移動しながら液体 1 の供給を開始することが好ましいが、例えば基板 P を Y 軸方向や斜め方向に移動しながら供給するようにしても液浸領域 A R 2 を形成することができる。

【 0 0 6 7 】

また、基板 P を X 軸方向に移動しながら液体 1 を供給する際、走査方向に関して投影領域 A R 1 の両側に配置された供給口 13 A、14 A から液体 1 の供給を行わずに、走査方向に関してずれた位置、例えば投影領域 A R 1 に対して ± Y 方向あるいは斜め方向から、供給口 13 A、14 A とは別に設けられた供給口より液体 1 の供給を開始してもよい。あるいは、その別の供給口と供給口 13 A、14 A とを組み合わせる供給を開始してもよい。そして、液浸領域 A R 2 が形成された後、その別の供給口からの供給を停止し、供給口 13 A、14 A より液体 1 を供給しつつ露光処理を行えばよい。

40

【 0 0 6 8 】

一方、上記実施形態のように、基板 P 上に設定された複数のショット領域 S 1 ~ S 1 2 を走査露光するときの走査方向（X 軸方向）に関して投影領域 A R 1 の両側に配置された供給口 13 A、14 A を使って、基板 P を X 軸方向と平行に移動しつつ液体 1 の供給を開始することにより、液浸領域 A R 2 が形成された後に、直ちに基板 P の第 1 ショット領域

50

S 1 の露光動作に入ることができる。

【 0 0 6 9 】

また、非走査方向（Y 軸方向）に関して投影領域 A R 1 の両側に別の供給口を設け、基板 P を Y 軸方向に移動しながらその供給口より液体 1 の供給を開始して液浸領域を形成し、その別の供給口からの液体 1 の供給を停止した後（あるいはその前）、供給口 1 3 A、1 4 A からの液体 1 の供給を開始して露光処理を行うようにしてもよい。

【 0 0 7 0 】

なお、本実施形態では、露光処理前の液浸領域形成動作時において、液体 1 を一方の供給口 1 3 A のみから供給し、液浸領域形成後、両方の供給口 1 3 A、1 4 A から液体 1 の供給を開始し、その後露光処理を開始する構成であるが、露光処理前の液浸領域形成動作時において、一側の供給口 1 3 A のみから液体 1 の供給を開始し、所定時間経過後、両側の供給口 1 3 A、1 4 A から液体 1 の供給を開始する構成であってもよい。つまり、露光処理前の液浸領域形成動作時の途中から、両側の供給口 1 3 A、1 4 A を使った液体供給動作を開始する。こうすることによっても液浸領域 A R 2 を素早く円滑に供給することができる。

【 0 0 7 1 】

また、液体 1 の供給を開始するときの基板 P の移動方向は、基板 P 上の第 1 ショット領域 S 1 を走査露光するときの基板 P の移動方向に応じて決めてもよい。例えば、第 1 ショット領域 S 1 を基板 P を + X 方向に移動しながら露光するときには、その直前の基板 P の - X 方向への移動時に液体 1 の供給を開始することによって、基板ステージ P S T の無駄な動き無しに第 1 ショット領域 S 1 の露光を開始できる。

【 0 0 7 2 】

なお、露光処理前の液浸領域形成動作時における供給口 1 3 A（あるいは 1 4 A）からの単位時間あたりの液体供給量と、露光処理時における液体供給量とはほぼ同じであることが好ましい。露光処理前の液浸領域形成動作時における液体供給量と露光処理時における液体供給量とが異なると、例えば液浸領域形成動作時の供給量から露光処理時の液体供給量に切り替えたときに、液体の供給量が安定するまでの待ち時間が必要となる。しかしながら、露光処理前の液体供給量を露光処理時と同じにしておくことにより、待ち時間を設ける必要がなくなり、スループットを向上できる。

【 0 0 7 3 】

露光処理前において液浸領域 A R 2 を形成するために液体 1 を供給するとき、基板 P の移動速度は等速でもよいし不等速でもよい。また、露光処理前における基板ステージ P S T の移動速度は、露光処理時における移動速度と同じでもよいし、異なってもよい。また、露光処理前の液浸領域形成動作時において、基板 P の移動及び停止を繰り返しながら基板 P を所定方向（+ X 方向）に移動してもよいし、基板 P（基板ステージ P S T）を X Y 平面内において揺動させながら液体 1 を供給するようにしてもよい。

【 0 0 7 4 】

また、露光処理前の液浸領域形成動作時において、例えば、基板 P を + X 方向に移動しつつ供給口 1 3 A（あるいは供給口 1 3 A、1 4 A の双方）より液体 1 を供給し、次いで、基板 P を - X 方向に移動しつつ供給口 1 4 A（あるいは供給口 1 3 A、1 4 A の双方）より液体 1 を供給し、これを所定回数繰り返すといった構成も可能である。

【 0 0 7 5 】

また、液体供給機構 1 0 からの液体 1 の供給は、投影光学系 P L の直下に基板 P が位置している状態で始めてもよいし、基板 P の周囲の平坦面（基板ステージ P S T の上面）が位置している状態で始めてもよい。

【 0 0 7 6 】

またさらに、投影光学系 P L の像面側の液体 1 は、1 枚の基板の露光終了毎に回収するようにしてもよいし、基板 P の交換中も投影光学系 P L の像面側に液体 1 を保持し続けることが可能であれば、複数枚の基板の露光終了毎、あるいはメンテナンスなどの必要となきのに回収するようにしてもよい。いずれも場合にも、その後に、液体供給機構 1 0 か

10

20

30

40

50

ら液体供給を開始するときに、上述の実施形態で説明したような方策を実施することによって、気泡、あるいは気塊の無い液浸領域を素早く形成することができる。

【 0 0 7 7 】

なお、液浸領域 A R 2 が形成されたかどうかの判断を行うセンサ等を設置しておけば、そのセンサ出力を確認してから第 1 ショット領域 S 1 の露光を開始することができる。また、液体供給機構 1 0 からの液体の供給を開始してから所定の待機時間経過した後に、第 1 ショット領域 S 1 の露光を開始するようにしてもよい。

【 0 0 7 8 】

上記実施形態において、液体 1 は純水を用いた。純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できるとともに、基板 P 上のフォトレジストや光学素子（レンズ）等に対する悪影響がない利点がある。また、純水は環境に対する悪影響がないとともに、不純物の含有量が極めて低いため、基板 P の表面、及び投影光学系 P L の先端面に設けられている光学素子の表面を洗浄する作用も期待できる。

【 0 0 7 9 】

そして、波長が 1 9 3 n m 程度の露光光 E L に対する純水（水）の屈折率  $n$  はほぼ 1 . 4 4 程度と言われており、露光光 E L の光源として A r F エキシマレーザ光（波長 1 9 3 n m）を用いた場合、基板 P 上では  $1/n$ 、すなわち約 1 3 4 n m 程度に短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空気中に比べて約  $n$  倍、すなわち約 1 . 4 4 倍程度に拡大されるため、空気中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系 P L の開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

【 0 0 8 0 】

本実施形態では、投影光学系 P L の先端に光学素子 2 が取り付けられており、このレンズにより投影光学系 P L の光学特性、例えば収差（球面収差、コマ収差等）の調整を行うことができる。なお、投影光学系 P L の先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系 P L の光学特性の調整に用いる光学プレートであってもよい。あるいは露光光 E L を透過可能な平行平板であってもよい。

【 0 0 8 1 】

なお、液体 1 の流れによって生じる投影光学系 P L の先端の光学素子と基板 P との間の圧力が大きい場合には、その光学素子を交換可能とするのではなく、その圧力によって光学素子が動かないように堅固に固定してもよい。

【 0 0 8 2 】

なお、本実施形態では、投影光学系 P L と基板 P 表面との間は液体 1 で満たされている構成であるが、例えば基板 P の表面に平行平板からなるカバーガラスを取り付けた状態で液体 1 を満たす構成であってもよい。

【 0 0 8 3 】

なお、本実施形態の液体 1 は水であるが水以外の液体であってもよい。例えば露光光 E L の光源が F<sub>2</sub> レーザである場合、この F<sub>2</sub> レーザ光は水を透過しないので、液体 1 としては F<sub>2</sub> レーザ光を透過可能な例えばフッ素系オイルや過フッ化ポリエーテル（P F P E）のフッ素系流体であってもよい。また、液体 1 としては、その他にも、露光光 E L に対する透過性がある程度屈折率が高く、投影光学系 P L や基板 P 表面に塗布されているフォトレジストに対して安定なもの（例えばセダー油）を用いることも可能である。この場合も表面処理は用いる液体 1 の極性に依拠して行われる。

【 0 0 8 4 】

なお、上記各実施形態の基板 P としては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版（合成石英、シリコンウエハ）等が適用される。

【 0 0 8 5 】

露光装置 E X としては、マスク M と基板 P とを同期移動してマスク M のパターンを走査

10

20

30

40

50

露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキヤニングステッパ）の他に、マスクMと基板Pとを静止した状態でマスクMのパターンを一括露光し、基板Pを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパ）にも適用することができる。また、本発明は基板P上で少なくとも2つのパターンを部分的に重ねて転写するステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置にも適用できる。

【0086】

また、本発明は、ウエハ等の被処理基板を別々に載置してXY方向に独立に移動可能な2つのステージを備えたツインステージ型の露光装置にも適用できる。ツインステージ型の露光装置の構造及び露光動作は、例えば特開平10-163099号及び特開平10-214783号（対応米国特許6,341,007、6,400,441、6,549,269及び6,590,634）、特表2000-505958号（対応米国特許5,969,441）あるいは米国特許6,208,407に開示されており、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、それらの開示を援用して本文の記載の一部とする。

【0087】

露光装置EXの種類としては、基板Pに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD）あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

【0088】

基板ステージPSTやマスクステージMSTにリニアモータを用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、各ステージPST、MSTは、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。ステージにリニアモータを用いた例は、米国特許5,623,853及び5,528,118に開示されており、それぞれ本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、これらの文献の記載内容を援用して本文の記載の一部とする。

【0089】

各ステージPST、MSTの駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニットと、二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージPST、MSTを駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージPST、MSTに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットとの他方をステージPST、MSTの移動面側に設ければよい。

【0090】

基板ステージPSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。この反力の処理方法は、例えば、米国特許5,528,118（特開平8-166475号公報）に詳細に開示されており、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、この文献の記載内容を援用して本文の記載の一部とする。

【0091】

マスクステージMSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。この反力の処理方法は、例えば、米国特許第5,874,820（特開平8-330224号公報）に詳細に開示されており、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、この文献の開示を援用して本文の記載の一部とする。

【0092】

本実施形態の露光装置EXは、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達

10

20

30

40

50

成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【 0 0 9 3 】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図 8 に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ 2 0 1、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ 2 0 2、デバイスの基材である基板を製造するステップ 2 0 3、前述した実施形態の露光装置 EX によりマスクのパターンを基板に露光する基板処理ステップ 2 0 4、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む） 2 0 5、検査ステップ 2 0 6 等を経て製造される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 4 】

【 図 1 】 本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【 図 2 】 液体供給機構及び液体回収機構の概略構成を示す平面図である。

【 図 3 】 供給口及び回収口近傍の要部拡大断面図である。

【 図 4 】 液体の挙動を示す模式図である。

【 図 5 】 液体の挙動を示す模式図である。

【 図 6 】 液体の挙動を示す模式図である。

【 図 7 】 基板上に設定されたショット領域を示す図である。

【 図 8 】 半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

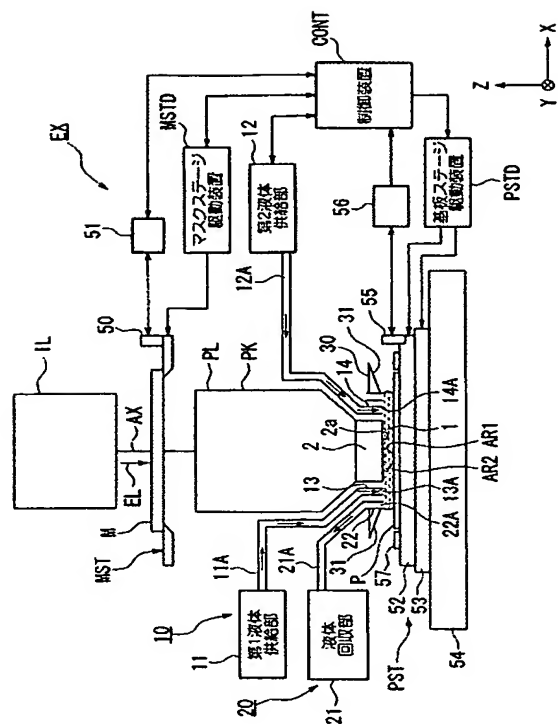
【 符号の説明 】

【 0 0 9 5 】

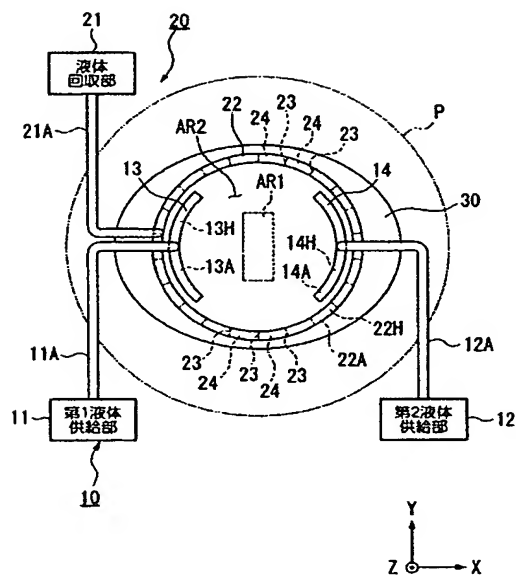
1 … 液体、 1 0 … 液体供給機構、 1 3 A … 供給口、 1 4 A … 供給口、 2 0 … 液体回収機構、 2 2 A … 回収口、 A R 1 … 投影領域、 A R 2 … 液浸領域、 C O N T … 制御装置、 E X … 露光装置、 M … マスク、 P … 基板、 P L … 投影光学系、 S 1 ～ S 1 2 … ショット領域



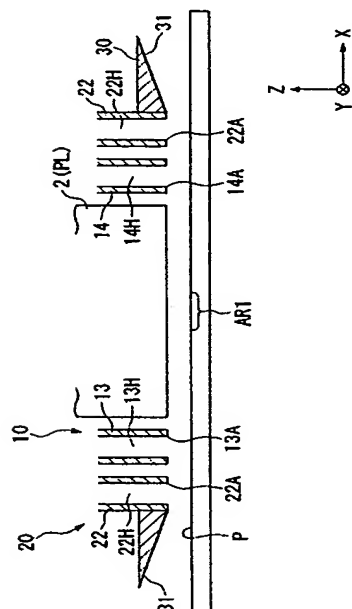
【 図 1 】



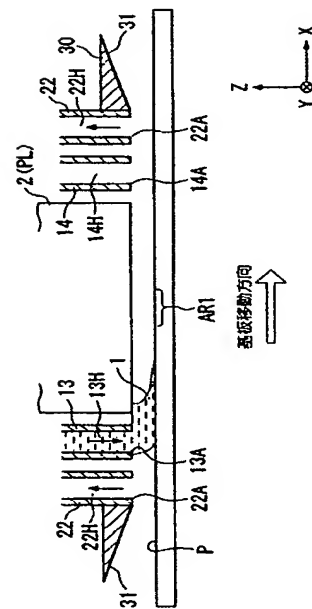
【 図 2 】



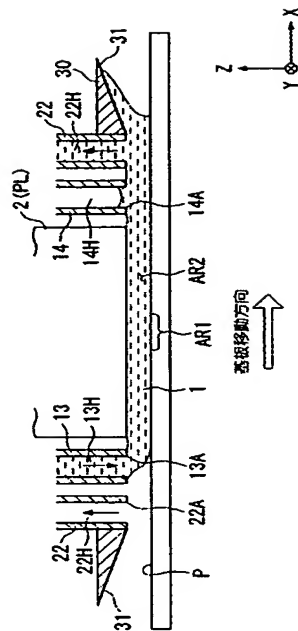
【 図 3 】



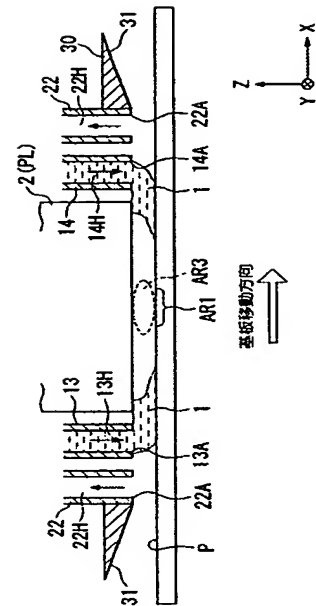
【圖 4】



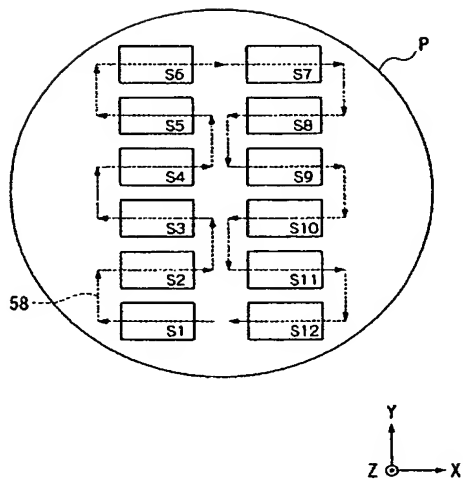
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

